

BOLETÍN  
DEL  
INSTITUTO GEOLÓGICO DE ESPAÑA

**BOLETÍN**  
DEL  
**INSTITUTO GEOLÓGICO**  
DE  
**ESPAÑA**

TOMO XXXVIII

—  
TOMO XVIII  
SEGUNDA SERIE  
(1917)

MADRID  
ESTABLECIMIENTO TIPOLITOGRAFICO «SUCESORES DE RIVADENEYRA»  
IMPRESORES DE LA REAL CASA  
Paseo de San Vicente, número 20.

—  
1917



*El Instituto Geológico de España hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus MEMORIAS y BOLETÍN, son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.*

**Artículo 1.º** La Comisión del Mapa Geológico, nombrada por el decreto de 26 de Marzo de 1873, que en lo sucesivo se denominará Instituto Geológico de España, seguirá encargada de la formación del Mapa Geológico de España, así como el trazado de las cartas geológico-industriales de las diversas provincias o regiones, por el orden y con los detalles que su respectiva importancia requieran, hasta reunir el caudal de estudios sobre estatigrafía, petrografía, tectónica, aguas minerales, manantiales artesianos, rocas y minerales aplicables a la agricultura y a la industria y cuanto se especifica en el citado Decreto, indispensable al conocimiento físico, geológico y minero del territorio nacional.

**Artículo 12.** Para el desempeño de todas las funciones y servicios reseñados en los artículos anteriores habrá una Comisión permanente de Ingenieros del Cuerpo Nacional de Minas.

Estos Ingenieros y los Auxiliares facultativos que sirven a sus órdenes formarán la plantilla técnica del Instituto.

Fuera de la plantilla estarán los Ingenieros agregados y demás personal facultativo que preste servicios temporales al Instituto.

**Artículo 25.** La Dirección del Instituto, teniendo en cuenta los recursos disponibles y los trabajos ultimados por los Ingenieros a sus órdenes, podrá publicar las Memorias, Mapas, descripciones y noticias geológicas que juzgue oportuno, en análoga forma a la de los Boletines y Memorias de las Instituciones similares extranjeras, y podrá establecer la venta y suscripción de estas producciones, a fin de que los recursos que así se obtengan contribuyan a sufragar los gastos de publicación, si bien con la obligación de remitir gratuitamente un ejemplar de cada obra a las Jefaturas de los Distritos mineros, a las Direcciones generales de los Ministerios de Fomento y Hacienda, a las Academias de Ciencias y a los Centros oficiales del Cuerpo de Minas.

(Decreto de 28 de Junio de 1910.)

# PERSONAL

DE LA

## COMISIÓN PERMANENTE DEL INSTITUTO GEOLÓGICO DE ESPAÑA

---

Ilmo. Sr. D. Rafael Sánchez Lozano (*Director*).

Sr. D. César Rubio y Muñoz (*Subdirector*).

Sr. D. Ramón de Aguirre y Zorrilla.

Sr. D. José M.<sup>a</sup> Rubio y Muñoz.

Sr. D. Domingo de Orueta.

Excmo. Sr. D. Enrique Villate.

Sr. D. Vicente Kindelán.

Sr. D. Luis Santa María.

Sr. D. Alfonso Fernández y Menéndez Valdés.

Sr. D. Manuel Ruiz Falcó.

Sr. D. Agustín Marín y Bertrán de Lis.

Sr. D. Primitivo Hernández Sampelayo.

Sr. D. José de Gorostizaga.

Sr. D. Enrique Dupuy de Lôme.

---

BOLETÍN  
DEL  
INSTITUTO GEOLÓGICO DE ESPAÑA

---

PRÓLOGO

En los primeros días del corriente año salió a la luz pública el *Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda*, por D. Domingo de Orueta, obra que corresponde al tomo de 1917 de las Memorias del Instituto Geológico, y que consta de un volumen de 571 páginas de texto, con gran número de láminas en colores, mapas y cortes geológicos, encuadernados en tomo aparte; damos ahora, ya en el último mes del año, el tomo XXXVIII del BOLETÍN, con 444 páginas y las correspondientes láminas de mapas, cortes y fotografías, de suerte que con lo publicado se ha cumplido con exceso el ofrecimiento hecho a nuestros suscritores desde la época en que se comenzaron estas publicaciones, de darles cada año, por lo menos y en junto, 600 páginas de texto.

Con alguna mayor antelación se habría repartido el presente tomo, si un triste acontecimiento no hubiera venido a dificultar nuestras tareas: se estaban

estampando los mapas que le acompañan, cuando, con motivo del fallecimiento del reputado litógrafo y excelente artista D. José Méndez, acaecido en 9 de junio último, hubo de suspenderse la labor. Venía el Sr. Méndez dedicando su actividad desde hace veinte años a nuestros trabajos en su taller, instalado en el mismo edificio que el Instituto, y justo es que ahora en estas líneas rindamos el tributo de nuestro recuerdo a quien, por su carácter sencillo y complaciente y por su inteligencia y actividad, hubo de facilitar muy eficazmente la delicada tarea de la estampación de nuestros mapas, que, por su índole especial, requieren gran escrupulosidad en los ajustes y una exacta interpretación de los originales.

Vencidas oportunamente las dificultades ocasionadas por la muerte del Sr. Méndez, se ha logrado tener terminado, antes de finalizar el año, el presente tomo, el cual comienza por una interesante nota del excelentísimo Sr. D. Pedro Palacios acerca de la constitución estratigráfica del Moncayo, en la que, después de consignar copiosos datos referentes a la sierra de este nombre y a los Pirineos navarros, deduce de su comparación que hay razones bastante fundadas para atribuir al período carbonífero la serie sedimentaria que se destaca en las cumbres del Moncayo, y bajo la cual asoman, en la vertiente aragonesa, las rocas silurianas. Este descubrimiento impone la rectificación consiguiente en los mapas geológicos, que no habrá de concretarse exclusivamente al ámbito de aquella sierra, ya que es de esperar que nuevas investigaciones aconsejen hacerla extensiva a otros espacios,

dentro de la misma mancha, considerada hoy como triásica.

Sigue al trabajo del Sr. Palacios una extensa Memoria relativa a la geología de Marruecos, que es la primera que publica la Comisión de estudios de aquel país. No es este, sin embargo, el primer trabajo referente a Marruecos de nuestro BOLETÍN, pues ya en el tomo XXXII se insertó una nota referente a la zona de nuestro protectorado en África por el ingeniero D. César Rubio, como derivación de otra de los Sres. D. Luis Adaro y D. Alfonso Valle, acerca de la geología de una parte de la comarca de Melilla ocupada por el Ejército en 1910 y publicada por la Dirección general de Agricultura, Industria y Comercio.

La Memoria de la Comisión de estudios de Marruecos es un avance de otros más completos que la referida Comisión se propone realizar. En la introducción, debida al ingeniero D. Agustín Marín, jefe de los trabajos, se da noticia del plan y distribución de los mismos y se hace un resumen geológico, hidrológico y minero de la zona estudiada.

A continuación se insertan tres trabajos debidos a los ingenieros D. Enrique Dupuy de Lôme y D. Javier Miláns del Bosch: el primero de estos trabajos trata de la geología de la zona de Ceuta, con la descripción de los criaderos minerales más importantes de aquella región; el segundo se refiere a la geología de la zona de Tetuán, y el tercero a la de la zona atlántica, desde Larache y Alcazarquivir hasta Tánger.

Se da después una descripción física y geológica de la región de Guelaya, comprendida en la zona de

Melilla, con la reseña de su hidrología y criaderos minerales, por los Sres. D. Alfonso del Valle y D. Pablo Fernández Iruegas, y termina el trabajo de la Comisión de que se trata con unos estudios de las rocas hipogénicas de Marruecos, por D. Agustín Marín.

Acompañan al texto de estos trabajos los mapas y cortes geológicos correspondientes, y diversas láminas que reproducen las fotografías en colores de algunas preparaciones micrográficas de rocas y varias vistas fotográficas.

La última parte del presente tomo del BOLETÍN contiene tres estudios de hidrología subterránea, debidos a los Sres. Dupuy de Lôme y Novo y Chicarro: el primero de ellos se llevó a efecto por solicitud de la Cámara Agrícola de Alicante, y abarca una gran parte de la provincia; el segundo se refiere al término municipal de Lorca, y el tercero al de Cieza, habiéndose hecho estos trabajos a instancia de los Ayuntamientos respectivos.

El objeto inmediato de los estudios hidrológicos, que el Instituto Geológico realiza a instancia de determinadas entidades, es el ilustrarlas y aconsejarlas en lo referente a los alumbramientos de aguas subterráneas, tan necesarias en muchas comarcas de España, y por lo que se refiere a los que en este tomo se insertan, es de interés consignar que en Cieza se están ejecutando con éxito satisfactorio las obras aconsejadas, y en Alicante también se han comenzado, con favorable resultado, parte de las que se recomiendan en el estudio correspondiente.

Del mismo modo, en Lorca ha servido el Informe

que ahora se publica para estimular la iniciativa particular, dando por resultado la constitución de una Sociedad, que se propone emprender obras de alumbramiento en uno de los lugares indicados en el estudio correspondiente.

Los trabajos de los Sres. Dupuy y Novo son además de verdadero interés científico, ya que en ellos se hace la descripción física y geológica de los términos municipales respectivos, y van acompañados de los mapas geológicos correspondientes.

Tales son los trabajos que componen el presente volumen; teníamos terminada y preparada para cerrarlo la reseña de las meridianas trazadas durante el año de 1916; pero, estando próximo a darse a la estampa el tomo XXXIX, nos ha parecido preferible el que figuren reunidos en un sólo trabajo los datos correspondientes a los años de 1916 y 1917.

Diciembre de 1917.

**NOTA**

ACERCA DE LA

**CONSTITUCIÓN ESTRATIGRÁFICA DEL MONCAYO**

POR

**D. PEDRO PALACIOS**

Ingeniero del Cuerpo de Minas.

## NOTA

### Acroa de la constitución estratigráfica del Moncayo.

La edad geológica de los terrenos estratificados que constituyen la ingente mole del Moncayo en los confines de Aragón y Castilla ha sido interpretada de muy distinto modo por los varios investigadores que desde tiempo atrás y con motivos diversos han tratado de ella. Así, efectivamente, lo hice ya notar en la *Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Soria*, publicada en 1890. Y es de advertir que la divergencia de apreciación no se contrae sólo a si dichos terrenos deben ser referidos a tal o cual horizonte dentro de una formación determinada, sino que tiene todavía mayor alcance, habiendo quien los supone de procedencia mesozoica, y quien, por el contrario, hace remontar su origen a la época paleozoica.

Al Ingeniero de Minas D. Joaquín Ezquerro son debidas las primeras observaciones que se dieron a conocer acerca de la geología de la montaña en cuestión, las cuales figuran insertas en el tomo primero de los *Anales de minas*, correspondiente al año 1841. Desgraciadamente, de la lectura de las páginas en que tales observaciones constan se deduce que la excursión de su autor por la zona que abarcaron no debió de ser muy detenida ni muy completos tampoco los datos por él adquiridos durante la misma. Así se explica que atribuyera al tramo de la caliza carbonífera la masa de calizas jurásicas de la sierra de Fuentes de Agreda, en la falda

septentrional del Moncayo, tomando a la vez por devonianos los estratos sobre que esas calizas se apoyan; y sólo así se concibe que incurriera en el error, más notable todavía, de admitir como cierta la continuación hacia el Sur, en una extensión muy considerable, de los materiales paleozoicos de una y otra edad.

Pocos años después, en 1850, apareció la primera carta geológica de España, debida también al mismo Sr. Ezquerro, y en ella su autor, apartándose de las apreciaciones anteriormente expuestas, señala con el color correspondiente al terreno jurásico, no sólo la mencionada sierra de Fuentes de Agreda, sino que lo hace además extensivo a todo el macizo del Moncayo.

Con posterioridad a los trabajos del Sr. Ezquerro, el eminente botánico Dr. Moritz Willkomm dió a la publicidad su interesante libro (1) acerca de las costas y las estepas españolas, al cual va unida, a modo de apéndice, una reseña geognóstica de la Península ibérica. Al tratar en esta reseña de la zona fronteriza entre Aragón y Castilla, menciona y comenta Willkomm las observaciones del geólogo antes citado, terminando con el párrafo que transcribo a continuación, y que considero oportuno copiar literalmente: «*Der Moncayo selbst degegen besteht weder aus Bergkalk, wie Ezquerro in dem citirtem Aufsätze, demzufolge er das Gebirge selbst gar nicht bestiegen, sondern blos dessen unterste Abhänge untersucht zu haben scheint behauptet, noch aus jurassische Bildungen, sondern aus unverkennbaren Grauwackenschiefer, gehört folglich zu den Bildungen der silurischen Gruppe.*» Esta afirmación, por muy terminante que parezca, se refiere sólo a la vertiente aragonesa de la cordillera, la cual fué, y así lo hace constar previamente el autor mismo, la única a que alcanzaron sus investigaciones personales. Mas por lo que atañe a la vertiente soriana, Willkomm la supone formada por materiales devonianos, fundándose para ello, según declaración propia, en datos ya anteriormente consignados por el Sr. Ezquerro. De aquí que, en el

(1) *Die Strand-und-Steppengebiete der Iberischen Halbinsel und deren Vegetation.*—Leipzig, 1852.

mapa, a la vez geognóstico y botánico, que acompaña al libro del naturalista alemán, aparezca el Moncayo señalado con el color correspondiente al terreno siluriano en su lado oriental, y con el correspondiente al devoniano en su lado occidental.

Dos años después de publicado el libro de Willkomm, o sea en 1854, el geólogo francés M. Du Verneuil dió a conocer en el tomo XI del *Boletín de la Sociedad geológica de Francia* un resumen de sus investigaciones, hechas últimamente en varias comarcas de España, entre las cuales se comprende la zona fronteriza de las provincias de Soria y Zaragoza. Refiriéndose en particular a la constitución geológica del Moncayo, y después de llamar la atención acerca de la forma ampulosa (*ballonné*) de esta montaña, el mencionado geólogo se expresa en los términos que siguen: «*Cette masse arrondie, qui domine toute la contrée est composée de grés rouge micacé probablement triasique, et pénétrée de nombreux filons de quartzite et de fer oligiste.*» Haciendo caso omiso de la falta de exactitud que en este párrafo se comete al atribuir a las rocas sabulosas, no ya la preponderancia, sino la exclusiva en la constitución del gran macizo del Moncayo, creo oportuno advertir que aun cuando M. Du Verneuil deja traslucir alguna duda acerca de la edad de tales rocas, en otro párrafo del mismo escrito considera francamente como triásicas la masa de pudingas conocida con el nombre de Peña del Cucharón, que se destaca hacia el promedio de aquella altura en su vertiente aragonesa. Recordaré además que en la Carta geológica de España y Portugal formada por el mismo Du Verneuil y que lleva fecha de 1864, el Moncayo figura señalado con el color correspondiente al terreno triásico.

Próximamente en esa misma fecha fué dado a la estampa el *Bosquejo geológico de España*, formado por el Ingeniero de Minas D. Amalio Maestre, con los datos pertinentes a ese objeto, reunidos hasta fin del año 1863; y aunque ya para entonces eran muy conocidos los estudios hechos en la Península por los señores Willkomm y Du Verneuil, el referido Ingeniero se atuvo principalmente, en lo tocante a la zona del Moncayo, a lo que



consta representado en el mapa del Sr. Ezquerria anteriormente mencionado.

Distinto fué el criterio seguido después por el Ingeniero D. Federico Botella en su *Carta geológica de la Peninsula*, publicada algunos años más tarde, pues en ella figura dicha cordillera con el signo y color del terreno triásico, de igual modo que aparece en el mapa de M. Du Verneuil.

Acorde asimismo con el parecer de este geólogo, el Ingeniero D. Felipe Martín Donaire, en su *Descripción geológica de la provincia de Zaragoza*, publicada en 1874, incluye en el tramo de la arenisca del Trías las rocas sedimentarias del Moncayo, aunque sin aducir ningún nuevo dato en apoyo de esa inclusión. No obstante la concisión con que dicho autor se expresa, compréndese, desde luego, que para él la base de la formación triásica está también representada por las pudingas de la Peña del Cucharón; sin embargo de lo cual, en el mapa geológico correspondiente ha señalado con el color distintivo del Trías, no sólo esas pudingas con toda la serie de estratos que se les sobreponen, sino también las rocas infrayacentes (1).

Quedan mencionados en la precedente relación, si no todos, al menos los principales documentos que hacen referencia á la geología del Moncayo, conocidos en la época en que fué oficialmente encargado del estudio de la provincia de Soria. De su examen se deduce que ya años atrás se había indicado por más de un geólogo la participación del terreno paleozoico en el relieve de dicha cordillera. Efectivamente, mis primeras investigaciones en ella me hicieron notar una importante faja siluriana que se extiende a lo largo de su falda oriental, y cuya edad atestiguan los restos de *Froena* y de *Scolythus*, encontrados en sus estratos. El camino que sube desde cerca de la casa de guardas al rellano en que

(1) El Sr. Donaire, teniendo sin duda en cuenta las observaciones de M. Du Verneuil, afirma, de igual modo que este geólogo, que los bancos de pudinga de la Peña del Cucharón se presentan levantados hasta la posición vertical, lo cual no es cierto.

asienta la ermita de la Virgen atraviesa esta faja en sentido de su anchura, que allí no baja de un kilómetro, y a lo largo de él se ven constantemente aflorar, mostrando las plegaduras de sus estratos, las rocas de dicha edad. Ya por encima de este paraje se observa un cambio evidente en la naturaleza del terreno. A partir de las inmediaciones de la ermita se van sucediendo en orden ascendente y con buzamiento occidental hasta las altas cumbres de la cordillera, hiladas alternantes de areniscas y pizarras, más desarrolladas las primeras que las segundas; éstas, por lo regular arcillosas, no faltando algunas con el aspecto de filadíos, aquéllas, casi siempre micáferas, hojosas y con los caracteres de verdaderas samitas; a cuyo conjunto, que suma en total un espesor no menor de 400 metros, suelen servir de base gruesos bancos de pudingas con cemento de color pardo agrisado, que directamente y con discordancia bien manifiesta, sobre todo en las cercanías de la hospedería aneja a la ermita, descansan en los materiales silurianos.

La precitada serie de areniscas, samitas y pizarras con sus repetidas alternaciones, es la que principalmente determina el relieve y la forma ampulosa que el Moncayo ofrece. En realidad, pues, a ella deben suponerse referidas las diversas opiniones que se han emitido acerca de la edad geológica del suelo de dicha cordillera. Cuando se visitan por primera vez aquellas alturas, llaman desde luego la atención las semejanzas petrográficas que dicha serie presenta, especialmente en algunos de sus horizontes, con ciertos tramos de la serie paleozoica; pero, sin embargo, la evidente discordancia en que se hallan sus estratos con los silurianos infrayacentes, hace inadmisibles de todo punto el considerarlos incluidos en la misma formación que éstos. Por otra parte, es igualmente de notar la coloración pardo-rojiza que a veces muestran las hiladas sabulosas y aun también las pizarras adyacentes, sobre todo en la vertiente soriana, lo cual les comunica accidentalmente la apariencia de ciertas rocas del Trías observadas a distancia, y ha constituido quizá uno de los argumentos que indujeron a atribuirles esa última edad.

La ambigüedad y la consiguiente incertidumbre con que se tropieza al tratar de relacionar la composición mineralógica del suelo de las alturas del Moncayo con su edad geológica es todavía agravada por la falta de datos paleontológicos que pudieran corroborar esa relación. Esto al menos hacen suponer los infructuosos resultados de mis repetidas investigaciones, con las cuales, no obstante el interés que en ellas puse, solamente logré reconocer en una lastra de samita, cerca de la cumbre de San Miguel, una impresión algún tanto borrosa que podría ser atribuida al tallo de un *Calamites* o al de un *Equisetum*. Así pues, ante las dudas que se me ofrecían al querer definir con datos suficientemente probados la constitución geológica del Moncayo, y ante la imposibilidad de desvanecer entonces tales dudas, el respeto al criterio ya expuesto por autores tan competentes como los Sres. Du Verneuil y Donaire, me decidió a señalar también dicha cordillera en los mapas de las provincias de Soria y Zaragoza, exceptuando naturalmente, la faja siluriana de que arriba se hace mención, con el color asignado al terreno triásico, aunque no sin alguna desconfianza en el acierto de tal decisión.

Algunos años después, en varias de mis excursiones por el Pirineo navarro, he tenido ocasión de observar una importante serie de estratos, notable sobre todo por el gran espesor que alcanza y en la cual intervienen esencialmente areniscas, samitas y pizarras, tanto arcillosas como silíceas. Su base la forman, ya que no en todos, al menos en la mayoría de los sitios donde se la observa, bancos de pudingas y grauvacas apoyados indistintamente, ya sobre las rocas devonianas y concordando con las mismas, ya también sobre las silurianas en discordancia más o menos marcada. A la vez, sobre sus hiladas superiores, yacen en varios parajes de la región, coincidiendo con ellas en orientación y buzamiento, pizarras fosilíferas, correspondientes al tramo *estefaniense* del terreno carbonífero. La situación y las relaciones estratigráficas, así definidas, de la citada serie, juntamente con sus caracteres mineralógicos, inducen desde luego a atribuirle esa misma edad; por más que, dado su gran espesor, surge la duda de

si toda ella debe suponerse comprendida también en el tramo *estefaniense*, o referirla, al menos en parte, a un tramo distinto; no bastando a dilucidar tal cuestión los escasos datos paleontológicos que al efecto pudieran alegarse, pues se reducen únicamente a impresiones de *Calamites* encontradas en lastras de samita.

Estas observaciones mías, no dadas a conocer hasta ahora, casi en su totalidad (1), tuvieron satisfactoria confirmación al publicarse en 1907 la hoja número 238 de la *Carta geológica de Francia*, que comprende parte de la zona fronteriza correspondiente a Navarra. En dicha hoja aparece efectivamente representada una mancha de terreno carbonífero, más extendida en territorio español que en el de la nación vecina; y en la nota explicativa que a la misma hoja acompaña, se menciona ese terreno, al cual se califica de *carbonífero indeterminado*, haciendo notar el gran desarrollo que alcanza, tanto en superficie como en espesor, del lado de acá de la frontera.

Los datos adquiridos concernientes a la formación carbonífera de Navarra tienen especial interés, no sólo por lo que directamente atañen a la geología de esa provincia, sino también por las consideraciones que sugieren relacionadas con el objeto de la presente Nota. Cotejando dichos datos con los allegados en mis excursiones por el Moncayo, previa una revisión detenida de estos últimos, échanse de ver evidentes analogías entre la serie de sedimentos que constituyen la mencionada formación, y la de los que, sobrepuestos a rocas silurianas, determinan principalmente el relieve de esta cordillera; analogías que, habidas en cuenta las circunstancias estratigráficas que en una y otra serie concurren, acusan entre ellas correlaciones que bien pudieran inter-

(1) En mi Nota acerca de las ofitas de Navarra inserta en el tomo XXII del *Boletín de la Comisión del Mapa geológico*, correspondiente al año 1895, mencioné varias localidades donde tuve ocasión de reconocer la presencia del terreno carbonífero, aparte de las que habían sido citadas ya anteriormente en los trabajos de los Sres. Stuart-Menteath y Mallada.

pretarse como indicio de su equivalencia dentro de la escala geognóstica.

En mi opinión, pues, hay razones bastante fundadas para atribuir al período carbonífero la serie sedimentaria que se destaca en las cumbres del Moncayo, y bajo la cual asoman en la vertiente aragonesa las rocas silurianas a lo largo de la faja consabida. Las pudingas, que considero como base de ese grupo de sedimentos, forman una zona, al parecer discontinua, cuyos afloramientos se ven en la Peña del Cucharón, en las laderas del barranco de Agramonte, en el camino de Añón a Beraton, etc. A este mismo horizonte corresponden los riscos de Peñas meleras, en los cuales puede observarse el tránsito de las pudingas a las areniscas que sobre ellas yacen.

De conformidad, pues, con lo que antecede, el terreno triásico, a que tan gran importancia ha venido atribuyéndose en la constitución de la cordillera, debe suponerse reducido a una estrecha faja que se extiende al pie de la vertiente castellana, apoyada sin notable discordancia, al menos dentro de los confines sorianos, sobre los estratos carboníferos. El pueblo de La Cueva y el de Beraton se hallan situados en esta faja, cuyo límite señalan por el Oeste las calizas liásicas del valle de Araviana y de la sierra de Fuentes. Los asomos de la referida faja triásica se prolongan por el Sur, dentro ya de territorio aragonés; pero por el Norte llegan no más que hasta el collado de Canto hincado; y ya desde aquí, en la espaciosa vertiente septentrional del Cabezo de Agreda, se ven las rocas paleozoicas en contacto directo y muy discordante con las calizas jurásicas de las cuestas que descienden a Vozmediano y La Aldehuela.

La rectificación que se impone en los mapas geológicos, con arreglo a las indicaciones consignadas en los párrafos anteriores, no habrá de concretarse exclusivamente al ámbito del Moncayo, siendo de esperar que nuevas investigaciones aconsejen hacerla extensiva a otros espacios dentro de la misma mancha señalada hasta hoy como triásica. Parte no pequeña de las masas sedimentarias, que constituyen la base de la montaña llamada La Tonda,

en las derivaciones meridionales del Moncayo, habrá quizá de ser referida también a otra edad anterior a la de la arenisca roja del Triás, y posible es que suceda lo mismo en la serie de estratos que surca la barranca de Valdeplata, bajo la vertiente Sur de la antedicha altura de La Tonda, dentro ya del término de Calcena.

**ESTUDIOS RELATIVOS**  
**A LA**  
**GEOLOGÍA DE MARRUECOS**

## INTRODUCCIÓN

Poderoso estímulo ha sido en nuestro trabajo la actitud observada para con nosotros por nuestros Jefes y por las autoridades de África. De ellos hemos recibido toda clase de facilidades materiales para realizar nuestras expediciones geológicas, y hemos oído consejos y frases alentadoras que nos han guiado y dado ánimos para realizar nuestros estudios.

A nuestro nunca bastante llorado Jefe D. Luis de Adaro debemos la creación y la actual constitución de nuestra Comisión. Como era un gran patriota, puso todo su entusiasmo, su gran inteligencia y su excelente corazón al servicio de aquella obra como de toda otra que él creía podía reportar beneficios a España.

El Ministerio de Estado hizo suya la idea de D. Luis de Adaro, haciéndose cargo las personas que lo han regido, que para hacer en Marruecos obra colonizadora, es lo esencial fomentar sus intereses materiales, buscar sus riquezas, investigar el agua, etc.; mas también comprendieron que para alcanzar estos fines, se hacía preciso el conocimiento geológico de la comarca, y crearon la Comisión de estudios geológicos de Marruecos.

Debemos gratitud inmensa a los generales Marina y Jordana, que a pesar de ocupar el puesto de más alta jerarquía en la zona de influencia en Marruecos y de sus muchas ocupaciones, nos han dado toda clase de facilidades para que pudiéramos realizar nuestra labor. A los generales Aizpuru, Miláns del Bosch, Fernández Silvestre y Villalba, a los delegados de Fomento Sres. Sanz Soler y Becerra y a los ministros en Tánger Sres. López Roberts y Serrat; sirvan estas líneas para mostrarles el profundo agradecimiento que les debemos por las muchas atenciones que de ellos hemos recibido.

Es de justicia hacer también presente al principio de este trabajo la solicitud y el cariño con que hemos sido atendidos por los ilustrados Jefes y Oficiales de nuestro Ejército, con quienes nos hemos visto obligados a estar en continua relación. Tenemos el gusto de hacer mención muy especial del ilustrado teniente de Ingenieros Sr. Liso, encargado de los pozos de la zona de Melilla, que nos ha proporcionado preciosos datos para nuestro trabajo y una cordial hospitalidad en nuestras excursiones.

Muchas facilidades en nuestra misión y muchos datos debemos a nuestros compañeros en ingeniería que prestan servicios en Marruecos, y a las Sociedades Mineras de África. Por último, poderosa ayuda nos han prestado nuestro actual Director y los señores Orueta, Aguirre, Hernández Sampelayo y Gavala en los trabajos de gabinete.

A todos, pues, nuestra profunda gratitud.

Nuestro antiguo jefe Sr. Adaro dividió el personal de la Comisión en dos grupos: uno, constituido por los Sres. Valle y Fernández Iruegas, que ha realizado sus trabajos en la zona de Melilla, y otro constituido por los Sres. Dupuy de Lôme y Miláns del Bosch, que ha estudiado la zona atlántica desde Larache y Alcazarquivir hasta Tánger, y la mediterránea desde Ceuta a Tetuán. El ingeniero que escribe estas líneas ha dirigido los trabajos de los dos grupos y ha recorrido con ellos las distintas zonas.

Conocida la situación política por que atraviesa la zona de nuestra influencia en Marruecos, se comprenderá que no se puede seguir en su estudio geológico un orden racional, sino que es preciso aprovechar para este estudio aquellas regiones pacificadas que, hoy por hoy, no son más que partes pequeñas y aisladas de la zona, siendo muy difícil, por tanto, deducir ideas de conjunto, tan preciosas para el estudio completo de una comarca. La región de Melilla, que estaba pacificada en nuestra última excursión de 1916, ocupaba una extensión aproximada de 2.394 kilómetros cuadrados; la de Larache, 1.550 kilómetros cuadrados, y la de Ceuta-Tetuán, 700 kilómetros cuadrados, que hacen un total, aproximadamente, de 4.644 kilómetros cuadrados. La superficie de toda

la zona de nuestro Protectorado en Marruecos es de 23.000 kilómetros cuadrados. Es de esperar que la pacificación completa de la zona, dada la beneficiosa política que hoy se sigue en Marruecos, será cosa de pocos años.

Las expediciones que hemos efectuado durante los años 1915 y 1916 nos han servido para orientarnos en la marcha general de nuestros estudios. Hemos conseguido también trazar un plano geológico de una gran parte de la zona pacificada, y podemos dar algunas notas sobre su orografía, geología, hidrología y minería. La parte estudiada en la región de Larache a Tánger representa casi el total de la zona pacificada. En la región de Ceuta a Tetuán, 494 kilómetros cuadrados, y en la de Melilla, 830 kilómetros cuadrados, o sea 2.874 kilómetros cuadrados en total, que representa una gran parte de la zona hoy dominada.

Los estudios de que se dan cuenta en esta Memoria son un relato de impresiones, y por tanto, tienen un carácter provisional; así que todos los datos e hipótesis que contienen tienen que ser confirmados o desechados en estudios posteriores más concienzudos. Ahora sólo pretendemos orientar a los que nos lean en la geología de Marruecos y dar cuenta de todas aquellas impresiones que juzgamos útiles sobre la minería e hidrología, a fin de no aplazar, tal vez con nuestro retraso en comunicarlas, que pongan en seguida su actividad en la obra colonizadora de Marruecos personas inspiradas en un interés científico o industrial.

La primera dificultad que se encuentra en Marruecos para llevar a cabo los estudios geológicos de un modo detallado es la falta de planos topográficos. Sin embargo, en la zona de Melilla existe un excelente plano trazado por el Cuerpo de Estado Mayor del Ejército, con una nivelación cuidadosamente hecha. Los planos de la zona de Larache, Tánger y Ceuta-Tetuán no son más que croquis hechos con brújula de bolsillo y barómetro. Teniendo en cuenta los procedimientos empleados, están admirablemente trazados; pero son insuficientes por su falta de exactitud para poder representar en ellos una geología minuciosa. La escala del plano de Melilla es de 1 : 50.000, la del croquis de la zona de

Ceuta-Tetuán es de 1 : 60.000, y la del de Larache a Tánger de 1 : 100.000.

Nosotros hemos adoptado para todos los planos generales la escala de 1 : 100.000, suficiente para poder representar con ella todos los detalles geológicos de interés, y no demasiado pequeña para que resulten muy de manifiesto los errores topográficos. Es la escala, además, adoptada por el Instituto Geológico en los planos que acompañan a las últimas monografías relativas a ciertas regiones de la Península, que han ofrecido un interés particular. En los cortes y en aquellos planos de interés local hemos recurrido a la escala que creemos representa mejor los detalles geológicos que queremos poner de manifiesto.

Los colores adoptados en los planos son los del Instituto Geológico, haciendo algunas modificaciones cuando hemos querido representar tramos diferentes de un mismo terreno, o clasificaciones de los grupos principales de las rocas hipogénicas.

Las notas que publicamos a continuación, como son avances y aportaciones para estudios más completos, adolecen de falta de unidad y de orden. Después de este preámbulo, en el que tratamos de hacer un resumen de los diferentes trabajos realizados por la Comisión, se publicará el estudio geológico de la zona de Ceuta, el de Tetuán y el de la zona atlántica, debido a los Sres. Dupuy de Lôme y Miláns del Bosch; después, el de la zona de Melilla, de que son autores los señores del Valle y Fernández Iruegas, y, por último, publicaremos nuestro trabajo micrográfico de las rocas hipogénicas de Marruecos.

La diferencia de las condiciones en que efectuaron los estudios unos y otros ingenieros se aprecia perfectamente en sus trabajos respectivos. Los Sres. Dupuy de Lôme y Miláns del Bosch trabajaron, o en zonas pequeñas con soluciones de continuidad, o en la faja atlántica de bastante extensión, pero que se encuentra cubierta por terrenos terciarios sin accidentes geológicos. Como consecuencia, estos señores se han visto obligados principalmente a hacer un trabajo descriptivo, de detalle, de los materiales encontrados, y sólo hicieron algunas observaciones tectónicas, que n

podieron comprobar del todo por no poderse estudiar los accidentes geológicos nada más que en un punto. Los Sres. Valle y Fernández Iruegas trabajaron en una zona más amplia y más llena de accidentes geológicos y pudieron hacer más deducciones sobre la tectónica de la comarca. Al mismo tiempo, mucho más rica en minerales útiles, pudieron dar más importancia a la parte minera.

**Reseña geológica.**—La sierra del Rif es una gran incógnita en la geología de Marruecos. Nuestros estudios sólo se refieren a sus dos límites; por su extremo oriental, la pequeña zona estudiada en Melilla; por el occidental, la zona comprendida entre Ceuta y Tetuán, no bien estudiada por no ser posible recorrer todo el terreno que ocupan las kabilas anyerinas.

El terreno estrato cristalino está representado en Marruecos, en la zona que hemos estudiado, por varios manchones costeros. En la parte oriental existe uno pequeño en el Cabo de Tres Forcas, formado principalmente por micacitas y calizas dolomíticas. Nosotros hemos podido observar allí algún banco pequeño de gneis, constituido por cuarzo, ortosa, mucha muscovita, productos ferruginosos y algo de sericita en preciosas fibras, presentando estos elementos su característica ordenación. Nos parece que por la naturaleza de los materiales encontrados no puede haber dudas respecto de la existencia del terreno arcaico en el Cabo de Tres Forcas. La presencia en él de la serpentina y la semejanza de sus facies con la de los terrenos de la misma edad de España, confirman aún más nuestra opinión.

En Ceuta, el estrato cristalino forma un sinclinal cuyo eje está orientado de Norte a Sur, aproximadamente. Es un sinclinal que creemos herciniano, y presenta en su rama oriental gneis y micacitas, y en su rama occidental sólo las micacitas, apoyándose en ellas los terrenos secundarios. El pueblo de Ceuta está situado en gran parte sobre este terreno. En el gneis se presenta un lacolito peridotítico, con las mismas propiedades y con las mismas circunstancias de yacimiento que el importante de la serranía de Ronda, siendo esta semejanza una poderosa razón que confirma la teoría de la prolongación del atlas Mediterráneo por la cordillera bética.

Otra mancha estrato cristalina se presenta en Cabo Negro, situado al Sur del Rincón del Medix, ya en la zona de Tetuán, y está formada por gneis casi exclusivamente y parece ser la prolongación de la que aflora en el monte Acho, en Ceuta; tal vez, las dos manchas forman un sinclinal. En el Norte del río Lila hay otra pequeña mancha arcaica de gneis, pareciendo indicar estos asomos que el *substratum* de toda la costa mediterránea desde Ceuta al río Martín debe estar formado por el terreno arcaico.

Los señores del Valle y Fernández Iruegas no indican la existencia del terreno cambriano entre los existentes en la zona de Melilla. El descubrimiento de las pistas silurianas han hecho referir a este terreno los asomos paleozoicos de Beni-Bu-Ifrur. En cambio, en la zona de Ceuta y Tetuán los Sres. Dupuy de Lôme y Miláns del Bosch consideran de esta edad las abundantes manchas paleozoicas allí existentes. La ausencia de cuarcitas en estos depósitos, y, sobre todo, la presencia de las calizas marmóreas azules y negras, características del cambriano, en el Sur de España, han sido las razones principales para incluir en este terreno los depósitos paleozoicos del extremo occidental de la cadena del Rif. La ausencia de fósiles impide determinarlo de un modo claro, análogamente a lo que ocurre en Argelia, en donde los geólogos franceses, a pesar de sus admirables trabajos, aun no han podido clasificar los depósitos antiguos de aquella zona.

Los depósitos cambrianos de Ceuta forman, análogamente a los del estrato cristalino, fajas paralelas orientadas de Norte a Sur, aproximadamente, y se presentan en las dos ramas del sinclinal, de que hemos hablado. En la zona de Tetuán forman varias manchas en donde sus estratos parecen apoyarse también en el estrato cristalino y ambos terrenos fueron movidos juntos durante los grandes movimientos hercinianos, secundarios y alpinos. Los materiales del cambriano de Tetuán son generalmente pizarras arcillosas y se encuentran algunos bancos de la caliza negra y azul marmórea.

La existencia del siluriano está comprobada por la presencia de fósiles hallados en las cuarcitas del Uixan. De modo que todos

los depósitos paleozoicos que allí se presentan en relación con las dioritas y criaderos de hierro pertenecen al tramo ordoviciense. Forma varias manchas constituídas por pizarras y cuarcitas, principalmente, y separadas por asomos hipogénicos. El metamorfismo ha alterado mucho las pizarras, siendo muy singulares las cargadas de cristales de piróxeno y muy frecuentes las anfibólicas.

El asomo paleozoico de Tres Forcas, por analogía con el del Uixan y por presentarse manifestaciones ferruginosas, también le atribuímos la misma edad que a éste. Estudios posteriores fijarán mejor la edad de estos depósitos y el sincronismo entre los existentes en los extremos de la cadena del Rif.

El terreno permiano lo constituye unas manchas pequeñas en la zona de Ceuta y Tetuán, siendo su carácter litológico más saliente la existencia de un conglomerado verdoso cuya facies especial la diferencia de todas las rocas triásicas de la Península. Presenta también unas pizarras carbonosas y algunos lechos de carbón inexplotables.

Se presenta unido al Triás, y los depósitos de uno y otro terreno rellenan los sinclinales hercinianos, como ocurre en Ceuta, y nos parece que también en el barranco de Aguilman, en Tres Forcas, aunque en este último sitio haya desaparecido la rama más al Noroeste del sinclinal. Es muy difícil ver la estratificación, tanto en el permiano de la región de Ceuta como en el de la de Tetuán.

El terreno triásico tiene dos modos diferentes de presentarse: formando fajas en contacto con terrenos antiguos y casi siempre asociado al permiano, o formando manchones pequeños en relación con asomos de ofitas o rocas que tienen semejanza con ellas.

Al primer grupo pertenecen los asomos de Ceuta, Tetuán y tal vez el de Tres Forcas, están constituídos principalmente por puddingas y areniscas, sin presentar claros lechos de estratificación.

Al segundo grupo corresponden los manchones aislados del Dxar Yedid y los Cenizos, cerca de Arcila, y el de Bucherif, al Sur del Uixan, en la zona de Melilla; el de Dxar Yedid, es una mancha muy singular, por presentarse en una extensión muy pequeña una



gran diversidad de rocas. Como depósitos triásicos hay caliza metamórfica, margas, yeso, sal gemma, alabastrites. Hay además roca hipogénica, de la familia de las ofitas. En los Cenizos, además de la ofita, hay yesos.

En Bucherif también los depósitos triásicos, sumamente trastornados, vienen acompañados de ofitas y están constituidos por margas abigarradas y yeso. Estos manchones triásicos pequeños son, sin duda, debidos a que, por corresponder a bóvedas de anticlinales y por ser estas, líneas de menor resistencia, han dado salida a las rocas hipogénicas. Son semejantes a otros muchos descritos por los geólogos que han recorrido la zona marroquí septentrional.

El liásico forma grandes cumbres en la zona por nosotros estudiada en la parte occidental de la cadena del Rif. Las partes altas de la sierra de Anyera y del Hhauz están formadas por calizas correspondientes a este terreno. A pesar de no encontrar fósiles en ellas, por su semejanza con las que forman el Peñón de Gibraltar y por sus caracteres litológicos han sido clasificadas de calizas liásicas y nosotros seguimos esta clasificación.

El Lías, en Ceuta, está constituido por calizas y margas, y sobre las primeras están emplazadas las grandes canteras de Benzú, que proporcionan la piedra para las obras del puerto. Existen varias sierras calizas ocasionadas probablemente por corrimientos, pues primitivamente debieron constituir una sola.

En Tetuán forma el Lías el gran eje montañoso de la península marroquí y tiene caracteres litológicos idénticos a los de Ceuta. Su forma de presentarse indica claramente la estructura monoclinial de la península. A veces es rota su continuidad por accidentes geológicos que han dado motivo a la entrada de depósitos más modernos, como sucede en río Martín en sitio inmediato a Tetuán.

En Beni-Bu-Ifrur las calizas del Lías tampoco tienen fósiles y aparecen cubriendo los terrenos antiguos. En muchos montes se ven a estas calizas cubriendo las montañas a manera de tapa. Fueron movidas en unión de los terrenos antiguos por las conmo-

nes alpinas, las que originaron muchas fracturas y dieron lugar a muchas erupciones. Estos accidentes produjeron en las calizas grandes metamorfismos, lo que ha ocasionado que presenten tan diferentes aspectos. Por su semejanza con las descritas por Gentil y Pomel, en Orán, las clasificamos de liásicas. Los criaderos de hierro de Beni-Bu-Ifrur deben, tal vez, su importancia a la presencia de estas calizas.

El terreno jurásico no está representado en la parte occidental estudiada de la cadena del Rif. En la zona oriental se encuentran unas pizarras margosas de varios colores en la parte central del macizo de Beni-Bu-Ifrur. Se hallaron *Aptichus* que parecen corresponder al tramo oxfordiense. M. Gentil en su rápido estudio sobre la sierra de Quebdana al sur de Guelaya cita las calizas con *posidonomyas* del jurásico inferior.

Al cretáceo sólo corresponden los depósitos de la cordillera Los Bucherif, en la zona de Melilla. Por los fósiles hallados, parecen corresponder al neocomiense. En la zona occidental, en la parte estudiada, no lo hemos encontrado; pero en la zona atlántica, al Este de la faja representada en el plano adjunto, en las posiciones militares, cerca de Regaia, se observan unas margas con algunos bancos calizos, que creemos deben pertenecer al cretáceo, y deben formar parte de los depósitos representados en ese sitio como correspondientes a este terreno por otros geólogos que nos han precedido en el estudio de esta zona, aunque nos parece que no debe tener allí la importancia que aquéllos le han atribuido.

El eoceno ocupa una extensión grande en la zona de Marruecos por nosotros estudiada. En la zona atlántica ocupa toda la superficie comprendida entre el mar y la cordillera anyerina, pues solamente está cubierto en algunos sitios por el astiense y por algunas dunas modernas.

Forma ondulaciones este terreno debido a los movimientos alpinos y se apoya por el Este en los terrenos secundarios. Los Sres. Dupuy de Lôme y Miláns del Bosch lo dividen en cuatro tramos, que de abajo a arriba son los siguientes: calizas de colores amarillo y gris, margas blancas, areniscas con intercalaciones

de calizas arcillosas y margas oscuras, y, por último, margas pizarreñas de colores oscuros. Nosotros hemos visto a estas últimas, en muchos sitios, tomar un color verdoso.

El eoceno también se presenta en la vertiente oriental de la cordillera de Anyera, en el campamento de Dzar Rifien, en la zona de Ceuta, y al Norte de Cabo Negro, en la de Tetuán, enlazándose estas dos manchas y estando constituidas por las margas del tramo alto. En las proximidades de Tetuán entra el eoceno entre los macizos liásicos, por la cuenca del río Martín, apoyándose en ellos en estratificación discordante, y está formado principalmente por areniscas y margas, aunque también hay calizas.

El terreno eoceno, en Tres Forcas, en la zona oriental de la cadena del Rif, ocupa una pequeña extensión y está constituida por margas verdosas con fucoïdes que deben corresponder al tramo alto de los cuatro en que se ha dividido el eoceno de la zona atlántica. Las erupciones han metamorfoseado este terreno, lo que indica que éste se formó en época anterior a la en que aquéllas tuvieron lugar. También en la zona comprendida entre Guelaya y el río Muluya vuelve a aparecer el eoceno tomando gran importancia. Está formado por areniscas, conglomerados, calizas y margas, pero por estar fuera de la zona a que hemos limitado nuestro estudio nos ocuparemos de él en otro trabajo.

En toda la parte occidental sólo se encuentran dos pequeñas manchas miocenas: una junto a la posición militar de Lauzién, y otra al Sur de Samsa, ambas en la zona de Tetuán, y están formadas por molasas y areniscas, presentando una fauna rica en *ostrea* y *pecten*, y en ella fósiles característicos del helvético.

En la zona de Melilla sólo consideramos como correspondientes al mioceno dos manchas pequeñas, una situada en la costa oriental de Tres Forcas y otra en la misma plaza de Melilla. En este terreno tuvieron lugar movimientos alpinos muy importantes y que han traído consigo las discordancias de los terrenos terciarios.

Los señores del Valle y Fernández Iruegas hacen resaltar la diferente clasificación que establecen ellos y los geólogos fran-

ceses de los depósitos neogenos, y que debe ser causa de que erupciones como las andesíticas de Argelia y Gurugú, que debieron ser de la misma época, les sean atribuidas edades muy diferentes.

El plioceno ocupa una gran extensión en toda la zona estudiada, indicando claramente la importancia de la invasión del mar plioceno en las costas de Marruecos. Existen dos tramos: el plasenciense, constituido por arcillas margosas azules en la base y gredosas en la parte superior, y el astiense por areniscas y arenas sueltas, constituyendo éstas, a veces, verdaderas dunas como en la zona de Arcila y Larache.

La parte Sur del macizo de Beni-Bu-Ifrur, toda la meseta entre el Gurugú y el Uixan y entre el Gurugú y los macizos más antiguos de Tres Forcas, está formada por depósitos pliocenos, cubiertos en muchos sitios por un conglomerado moderno. Los asomos andesíticos del Gurugú, Tidinit, Buharagua, y tal vez Tres Forcas, deben estar depositados sobre este terreno. La semejanza de su fauna con la típica de los tejares de Málaga nos induce a considerar todos estos depósitos del plioceno. Las coladas andesíticas, y sobre todo las tovas volcánicas, aparecen en algunos sitios intercaladas entre los depósitos pliocenos, dándonos clara idea de la edad de las erupciones. También hay una mancha pliocena en Dzar Mafhut, sobre las andesitas de Tres Forcas.

En la zona occidental de la cadena del Rif aparecen también los dos mismos tramos del plioceno, plasenciense y astiense. El primero se encuentra en los alrededores de Tetuán, al Norte del llano de los Castillejos, en la playa de Tánger, en las huertas de Alcazarquivir, en los acantilados de Larache y en sitio próximo a Arcila, y el astiense forma varias manchas en la faja atlántica. Es interesante hacer observar que la facies de este terreno en los dos extremos de la cadena del Rif es muy semejante.

Las manchas cuaternarias están descritas con todo detalle en los trabajos que a continuación se estampan, siendo muy interesante la brecha cuaternaria de At-laten, que presenta gran semejanza con las de la provincia de Almería, cerca de Santa Fe, en

las márgenes del río Canjayar, y el travertino, que cubre la meseta comprendida entre el Gurugú y Tres Forcas.

Sobre los asomos hipogénicos llevamos al lector al estudio que hemos hecho sobre las rocas hipogénicas de la zona estudiada, y que se ha impreso al final de estos trabajos, preparatorios de otros más importantes sobre la geología de Marruecos.

Conviene, por último, hacer constar, como observación de conjunto, que los mismos terrenos se presentan, con ligeras excepciones, en las dos zonas estudiadas, por pertenecer ambas a una misma cadena montañosa; y que estos terrenos presentan también mucha semejanza, por sus caracteres litológicos y paleontológicos, con los que forman la cordillera bética en España.

**Historia geológica.**—Indudablemente dos movimientos importantes sobresalen sobre todos los demás en la región de Marruecos que nosotros hemos podido hasta ahora estudiar, el herciniano y el alpino. Son los que realmente han sido las causas que han motivado su actual relieve. Ellos han formado la cordillera del Rif, principal accidente orográfico de la zona estudiada, y ellos han sido causa de unir y de incomunicar mares, de enlazar y separar las partes del mundo.

Este macizo montañoso de la sierra del Rif (1) nosotros lo consideramos como continuación de los Atlas Teliense y Sahárico, y formando parte del Atlas Mediterráneo de Suess. Tiene su prolongación en la cordillera bética española, y sobre este particular están conformes todos los autores que han estudiado la geología de España y Norte de Marruecos. Las razones para considerar formando una sola sierra a las cordilleras bética y del Rif son: que las cordilleras bética y del Rif tienen una constitución geológica idéntica, pues ambas presentan, a contar del Mediterráneo, la misma sucesión de terrenos: arcaicos, paleozoicos y secundarios con facies muy parecidas; que en las dos se observan los mismos asomos peridóticos con iguales caracteres petrográficos; y por último, que las dos columnas de Hércules, Yebel Musa en Ceuta, y

(1) Véase el trabajo de los señores del Valle y Fernández Iruegas.

Yebel Tarik en Gibraltar, presentan estructura geológica idéntica.

Examinemos ahora a grandes rasgos cuál fué la historia geológica de la zona estudiada por nosotros en Marruecos. Los primeros movimientos que se aprecian de un modo claro son los hercinianos. Las grandes sacudidas tectónicas, que han tenido ancho campo en el suelo marroquí, impiden determinar si pudo haber un movimiento caledoniano intenso o cualquier otro anterior al del final del paleozoico.

El movimiento herciniano está bien determinado en la zona costera mediterránea comprendida entre Ceuta y Tetuán, en el Cabo de Tres Forcas y en los montes de Beni-Bu-Ifrur. En Ceuta, en el corte (1) trazado entre el Acho y la sierra anyerina se observa un sinclinal herciniano, en cuyo fondo, análogamente a como ocurre en otras partes de Marruecos, se han depositado materiales permo-triásicos. Lo mismo debe ocurrir en el cabo de Tres Forcas en el arroyo Aguilman, donde se ven depósitos triásicos, y también otros tal vez permianos, depositados sobre un sinclinal de los terrenos antiguos, situado más al Nordeste de un anticlinal cuya rama Nordeste forma las escarpadas cumbres de la sierra principal del cabo.

En Beni-Bu-Ifrur, la dirección de las sierras paleozoicas del Uixan y Afra, algo en contraposición con la dirección de los pliegues alpinos, demuestran la existencia de sierras hercinianas que han formado los altaides póstumos de Suess y así lo hacen resaltar en su trabajo los señores del Valle y Fernández Iruegas.

El Sr. Gentil, en su trabajo de la cuenca de Tafna indica la existencia de conmociones secundarias y en relación con esos movimientos considera (2) que de esa edad son los asomos dioríticos y ofíticos. En efecto, nosotros hemos podido observar en las proximidades de Tetuán, en la posición militar española denominada La Peña, apoyarse el eoceno en discordancia sobre el liásico. La misma clara discordancia la hemos visto en Anyera y creemos

(1) Trabajo de los Sres. Dupuy de Lôme y Miláns del Bosch, lámina 3.<sup>a</sup>

(2) Pág. 173.

haberla también observado en la zona de Melilla, en los montes Ziata, lo que parece poner de manifiesto movimientos importantes secundarios. Podría resultar de estos movimientos la aparición de las ofitas y rocas hipogénicas semejantes que hemos observado en las manchas pequeñas triásicas de Bucherif en Melilla y de Los Cenizos y Dxar Yedid en la zona atlántica, puesto que, según ya hemos dicho, metamorfosean las rocas triásicas y dejan inmunes las eocenas, de lo que puede deducirse que su edad debe estar comprendida entre esos dos terrenos, es decir, que debe ser jurásica o cretácea.

Inudablemente el mar avanzó sobre la costa marroquí grandemente en los períodos liásico y jurásico y luego se inició una gran regresión en los períodos cretáceo y eoceno. Es grande la importancia de los terrenos jurásico y liásico en toda la zona estudiada. Formó en la zona oriental la sierra de los Anyera y del Hhauz y en la zona de Melilla las formaciones del Uixan discordantes con las paleozoicas y una gran parte de la sierra de Quebdana y de los macizos montañosos próximos al Muluya, alcanzando fuera de Guelaya mayor desarrollo que en Beni-Bu-Ifrur.

El terreno eoceno ya hemos dicho que tiene mucha importancia en la zona occidental. Forma grandes ondulaciones y se apoya sobre los terrenos secundarios, en muchos sitios sobre el jurásico directamente y en otros sobre el cretáceo, como nos parece haber visto en las posiciones militares próximas al campamento de Regaia. En la zona oriental forma sierrecillas y valles ondulados, también apoyados sobre los terrenos secundarios y cubre una gran parte del terreno comprendido entre el límite Sur de la Guelaya y el río Muluya.

Después de la regresión del mar eoceno debieron ocurrir los movimientos alpinos que tanta importancia tuvieron en la formación del relieve actual del terreno marroquí. Inudablemente estos movimientos se efectuaron en época posterior al eoceno. Todos los depósitos correspondientes a este terreno, tanto en el extremo oriental como en el occidental de la cordillera del Rif, están sumamente plegados y trastornados, habiendo sufrido el movimiento

conjuntamente con los terrenos antiguos y secundarios. Los movimientos alpinos de Marruecos parecen tener su gran desarrollo en el mioceno y principios del plioceno o sea desde que se cerró el estrecho del Guadalquivir y se estableció la comunicación de los dos mares, primero por el estrecho subrifeño y luego, desde el principio del plioceno, por el de Gibraltar. Estos movimientos alpinos que ocasionaron los hundimientos del Mediterráneo que llegan hasta nuestros días, han traído consigo la salida a la superficie de la tierra de muchas rocas eruptivas que dan a la costa mediterránea un aspecto muy especial.

Los primeros movimientos que plegaron los macizos de Beni-Bu-Ifrur formaron huecos que fueron rellenados por las dioritas, que constituyeron grandes lacolitos, después puestos de manifiesto por la erosión. De esta época debieron ser también los principales movimientos del macizo de Anyera, con la formación de las columnas de Hércules, puesto que la unión del Mediterráneo con el Atlántico por un hundimiento se hizo a principios del plioceno, y, por tanto, ya debía estar en esa época plegado el terreno liásico que hoy forma la entrada del estrecho. Con esta apertura debieron coincidir movimientos que produjeron grandes transportes en masa, resultando por este fenómeno que lo que parece varias sierras paralelas, como las que coronan Yebel Sinder y Yebel Musa, en Anyera, fueran primitivamente una sola.

Estos grandes movimientos trajeron consigo la invasión del mar plioceno en Marruecos, principalmente plasenciense, y en esta época debieron comenzar los movimientos pliocenos que produjeron la inclinación de los depósitos miocenos de Lauzién, en las proximidades de Tetuán, y los de cerca de Cala Tramontana, en Melilla. Los depósitos pliocenos constituyen toda la meseta comprendida entre Beni-Bu-Ifrur y Tres Forcas, y debe formar el *substratum* de todas las coladas andesíticas y basálticas del Tidimit, Buharagua, el Gurugú, y aun de la de Tres Forcas.

Estos movimientos alpinos trajeron consigo varias erupciones andesíticas y alguna basáltica. Debieron ser primeramente submarinas, como las del Tidinit y Tres Forcas, realizadas al final

del plasenciense; debieron seguir las emergentes del Gurugú, alguna de Tres Forcas y las del Buharagua y Buguen-Zein, en el macizo de Beni-Bu-Ifrur, estas últimas efectuadas ya en el principio del astiense.

Por último, los señores del Valle y Fernández Iruegas consideran, a mi juicio muy atinadamente, que ha existido al final del plioceno un hundimiento en óvalo en el Mediterráneo que ha modificado grandemente el relieve de la zona de Melilla. Ha producido el desgajamiento del monte del Gurugú y la formación en la costa marroquí de múltiples fallas paralelas que han producido el resbalamiento de unos terrenos sobre otros en la zona de Beni-Bu-Ifrur y en toda la comprendida entre el límite Sur de Guelaya y el Muluya. Este accidente es muy interesante desde el punto de vista industrial, puesto que debe tener una íntima relación con la corrida y profundidad de los criaderos de hierro de aquella comarca.

Este hundimiento del Mediterráneo fué causa en la zona costera de Melilla de la aparición de los basaltos y labradoritas, rodeando el macizo del Gurugú en su parte oriental, o sea en el borde de la fractura.

Los fenómenos volcánicos se prolongaron mucho tiempo después de haber aparecido las coladas en forma de fumarolas, primero sulfurosas, dando lugar a la formación de ópalo y sus derivados, y después en forma de mofetas, siendo éstas causa de la formación de un conglomerado calizo que cubre mesetas y valles, y a veces montes, y que, donde aparece, da al paisaje mucha aridez y un aspecto triste y desolado.

**Aprovechamiento de la zona.**—Versiones muy contradictorias circulan por España respecto a la importancia de los criaderos minerales de nuestra zona de influencia en Marruecos. Unos, que aquellos criaderos no ofrecen interés alguno, y otros que consideran a la zona minera del Rif como competidora de la de Bilbao. Refiriéndonos a la zona pacificada, nos parece que ni unos ni otros tienen razón. Existen, en efecto, en Beni-Bu-Ifrur unos yacimientos muy importantes de mineral de hierro y otros muy inte-

resantes de minerales de plomo y cinc, pero sin que constituyan una riqueza comparable a la que ofrece nuestra primera provincia ferrífera. Son interesantes también los criaderos de antimonio y manganeso existentes en la zona de Ceuta.

Fuera de la zona pacificada, son de muy antiguo conocidas las minas de cobre en la sierra del Hhauz, cerca de Tetuán, y las de hierro de Alhucemas. No tenemos hoy noticias suficientes para poder fijar la importancia de estos yacimientos. Sin embargo, es muy probable que los criaderos del Uixan, enclavados en el contacto de terrenos antiguos con calizas secundarias y dioritas, tengan su prolongación hacia poniente. Ya hemos dicho que constituye aquella sierra uno de los frecuentes altaides de Suess, y no hay razón para suponer que, análogamente a como sucede en Argelia, no existan otros varios en aquella dirección. Los fenómenos eruptivos, por otra parte, siguen presentándose en toda la costa mediterránea, como lo parece indicar la constitución del monte Mauro, situado al Oeste del Gurugú. Por tanto, si deben existir los mismos terrenos y deben estar sujetos a los mismos fenómenos geológicos, es lógico suponer que los criaderos del Uixan no serán únicos y habrá otros en la zona comprendida entre Melilla y Alhucemas. La opinión de personas que han realizado pequeñas expediciones sobre el macizo del Ker-Ker y las referencias indígenas parecen confirmar la existencia de estos criaderos.

En Argelia existen muchos criaderos de hierro, algunos muy importantes, presentando semejanza con los criaderos de Beni-Bu-Ifrur. Los de Beni-Saf, en la cuenca del Tafna, se encuentran en una zona, donde aparecen terrenos primarios, triásicos y liásicos, y se hallan próximos a una serie de volcanes, leucíticos y basálticos, al parecer de edad miocena, o sea que, por sus condiciones de yacimiento, presentan analogías con los del Uixan. En general, todos los criaderos de Argelia, a excepción de los de Mokta y Hadid, deben tener su origen en filones piritosos, aunque el fenómeno que ha dado mayor valor industrial a los criaderos sea la acción hidrotermal que, procedente de aquéllos, ha ocasionado la substitución de calizas. Es frecuente en ellos pasar en profundidad

de los óxidos de hierro a las piritas, ya sea directamente o ya por intermedio de la siderosa. Cosa análoga debé ocurrir en el Uixan, y trasladamos al lector sobre este asunto al trabajo de los señores Valle y Fernández Iruegas.

Los criaderos de Beires y de la vertiente de sierra Nevada en Almería y Granada presentan analogía con los de Beni-Bu-Ifrur, pues se encuentran también en el contacto de pizarras antiguas con calizas que deben ser secundarias.

Así como en el Uixan la acción metasomática ha tenido más importancia, en la región de Afra, sin que la acción de sustitución deje de tener interés, ha sido objeto de explotación más intensa la formación filoniana. Aparecen allí los filones sulfurados complejos con carbonatos, también muy característicos de la Argelia, aunque la asociación del hierro con el cobre no se haya presentado en el Afra, por lo menos, reuniendo los minerales del segundo condiciones de explotabilidad. La característica de los filones del Afra es su irregularidad. Presentan grandes diferencias en los constituyentes del relleno. Hay minerales de plomo, de cinc, de hierro, barita, silicatos de hierro, silicatos de cal y magnesia, un poco de malaquita, algo de piromorfita, cuarzo y a veces, cantos desprendidos de las paredes de la grieta de roca eruptiva, pizarras antiguas y caliza secundaria. La muestra del silicato de hierro del filón nombrado 21 contiene 84,81 por 100 de sílice y 8,19 de hierro. Los minerales de cinc contienen de este metal del 30 al 48 por 100, los de plomo 75 a 82 por 100, variando mucho el contenido en plata.

También varía mucho su dirección. Los hay obedeciendo a tres sistemas de fracturas, unos con dirección Nordeste-Sudoeste, otros de Este-10°-Sur a Oeste-10°-Norte y los hay con dirección Norte-Sur. La inclinación varía también mucho. La mineralización es sumamente irregular presentando bolsadas y, en general, una estructura en rosario.

En la zona de Melilla se presentan además otros minerales que deben su origen a las erupciones volcánicas. Uno de ellos es la alunita producida por metamorfismo de la roca eruptiva. Hemos

recogido muy buenas muestras en la mina *La Alicantina* en el contacto con el filón y también la hemos encontrado en At-laten. Seguramente entre las muchas manchas blancas de la roca eruptiva habrá alunita que hasta el presente ha sido tomada como kaolín. A la acción de las fumerolas sulfurosas sobre los feldespatos hay que atribuir la formación de las alunitas. Este fenómeno es reproducción de lo acaecido en Benahadux en la provincia de Almería y que dió lugar a la formación de una variedad de alunita. Para juzgar de la explotabilidad de las alunitas de Melilla no tenemos aún datos suficientes, pues es preciso, por la semejanza con otros minerales, ejecutar múltiples análisis químicos.

El kaolín se presenta con frecuencia en Melilla, aunque en pocos sitios tenga las condiciones necesarias para ser explotado. Su origen es el conocido del metamorfismo de los feldespatos de las rocas eruptivas.

A la acción de las fumerolas debe también su origen la formación del ópalo y sus derivados que se presentan con abundancia en Río de Oro, hasta tal punto que nos parece debía estudiarse detenidamente esta formación para ver si puede ser objeto de explotación. Estos minerales deben su origen a las fumerolas de los volcanes y alteraciones posteriores. Los feldespatos se kaolinizan por acción de aguas cargadas de ácido carbónico, la sosa, la potasa, los óxidos de hierro forman carbonatos y el ácido silícico que queda libre da lugar a concreciones de ópalo, de calcedonia y también a formación de trydimita y jaspe.

La analogía que guardan las andesitas de Marruecos con las del cabo de Gata en Almería y con las de Hungría que presentan filones de cuarzo con oro, nos ha hecho recorrer con detenimiento en busca de éstos, las masas eruptivas, sobre todo en los sitios donde se observaba la propilitización de las andesitas, obteniendo un resultado completamente negativo, pues no hemos visto ni un filón de cuarzo.

La Antimonita de Tres Forcas, citada (1) por el Sr. Fernández

(1) *Boletín de Historia Natural*, t. XII, pág. 494.

Navarro en uno de sus interesantes trabajos sobre la geología marroquí, no la hemos hallado nosotros.

En la zona de Ceuta el filón de antimonio de Beni-Mesala presenta una potencia grande y una larga corrida. Fué explotado por los moros y hoy no hay labores en buenas condiciones para poderse dar cuenta de la mineralización del filón. Nosotros creemos que es filón que debía investigarse conforme a las reglas de un buen laboreo.

En Yebel-Musa, apoyándose sobre las calizas liásicas, hemos podido observar unas bolsadas repartidas y sin presentar en su situación orientación determinada, de óxidos de manganeso, principalmente psilomelana. En algún sitio se ven excavaciones que indican que en otro tiempo debieron ser objeto de explotación. Por las laderas de la montaña se ven abundantes trozos de mineral. Es asunto que se debe mirar con interés.

Filón de barita de un metro de espesor, también los hemos observado en la costa de Ceuta. Los lechos carbonosos del permiano tienen poca importancia. En Dxar Yadid, cerca de Arcila, los moros han perforado un pozo que, cuando fué visitado por nosotros, habían cortado un metro de sal común blanca y roja y quedaba el mineral en el piso. En las margas que formaban su pendiente había indicaciones de cobre.

Se acompaña un plano, en el que se representan las concesiones que, según autorización de la Comisión arbitral, pueden ser trabajadas; las minas solicitadas con anterioridad al Reglamento de Minas de la Zona y pendientes de resolución por parte de la referida Comisión, y, por último, las minas solicitadas de acuerdo con las Instrucciones del Reglamento.

En el año 1915 se exportaron por el puerto de Melilla 87.957 toneladas, repartidas del modo siguiente:

Óxidos de hierro.....	83.129
Galena.....	4.128
Calamina.....	700

En el año de 1916 la exportación de minerales, sobre todo en óxidos de hierro, será mucho mayor. Llegará seguramente a

200.000 toneladas. La mayor parte de los minerales de hierro fueron exportados por la Compañía Española Minas del Rif, y los de plomo y zinc por la Compañía del Norte Africano. Las sociedades La Alicantina y Sotolazar han exportado bastante durante el año 1916.

Las piedras de construcción más importantes de la zona de Marruecos son los basaltos, las andesitas no muy feldespáticas y las calizas liásicas. Los primeros no son hoy objeto de explotación, las segundas se emplean en las obras del puerto de Melilla y las terceras en el de Ceuta. Los basaltos, aunque los hay muy llenos de vacuolas que les hace inadmisibles para la construcción, hay otros muchos que son compactos, sin huecos, muy duros y resistentes y que constituyen una excelente piedra de construcción. Su proximidad al puerto de Melilla, siete u ocho kilómetros, puede favorecer mucho la explotación de esta piedra.

Las labradoritas y muchas andesitas pueden utilizarse del mismo modo, puesto que a las condiciones de resistencia unen cierta asperosidad en la superficie que las hace muy aptas para la pavimentación.

Las calizas liásicas son muy buena piedra para construcción por su homogeneidad y se utiliza en Ceuta y Tetuán. En esta última población se utiliza también una caliza cuaternaria muy resistente, que constituye, en sitios, un verdadero mármol de agua. Se emplea allí en la pavimentación y en las construcciones. La serpentina de Ceuta, muy fácil al pulimento, puede utilizarse como piedra ornamental.

El yeso del Tidinit, producido también por metamorfismo, debido a las erupciones volcánicas, es motivo ahora de una pequeña explotación, siendo este yeso el único que hemos encontrado en la zona de Melilla, aparte del de Bucherif, que se presenta muy trastornado. En la zona de Arcila se presenta el yeso en los afloramientos triásicos. Creemos que existen margas que pueden tener utilización en la fabricación de cementos, pero sobre este asunto publicaremos más adelante una nota, debida a nuestro compañero D. Martín Gaytán de Ayala.

Los alumbramientos de aguas es uno de los problemas más importantes a resolver en la zona española de Marruecos. Conocida es la falta de tan precioso elemento, que trae consigo la falta de cultivo intenso en tierras fértiles, y hasta no existir el suficiente para los usos domésticos de las poblaciones. En los trabajos siguientes, debidos a mis compañeros de comisión, creemos se atiende debidamente al problema.

La población de Melilla está surtida hoy de agua con pésimas condiciones de potabilidad. Ensayos hidrotimétricos, hechos por nosotros, han dado 70 y 80°, es decir, que son aguas imbebibles. Desde luego, en el nivel hidrológico, producido en el contacto de la roca eruptiva del Gurugú con las margas plasencienses inferiores hay que buscar la solución para la plaza. Tiene altura suficiente para llegar con la debida carga hidrostática. El agua es muy abundante, pues existen en todo el macizo del Gurugú infinidad de fuentes. La calidad del agua es buena. Tiene de 12 a 18 grados hidrotimétricos, resultado medio de más de 10 ensayos que hemos hecho en fuentes diversas. Sólo resta, para saber si son aguas aprovechables para la bebida, determinar los gérmenes patógenos que contienen, y desde este punto de vista nos parecen mejores aguas las fuentes altas del macizo del Gurugú que las que brotan en las mesetas contiguas donde circulan las aguas por tierras cargadas de humus.

Para el riego de las tierras de cultivo de la zona de Guelaya, es preciso aprovechar con más cuidado las fuentes actuales, haciendo mejor el captado de las aguas, lo mismo las que brotan en el contacto de rocas eruptivas y margas terciarias, como las que nacen en el contacto de margas plasencienses con arenas astienses. El agua existente en las minas del Afra, y cuyo nivel hidrostático está a 35 metros sobre el nivel del mar, también debe ser aprovechada. En la llanura del Garet, en los depósitos que la forman, también circula abundante agua, que ya ha sido aprovechada por el Ejército para cubrir las necesidades más inmediatas. Creemos, por último, que como los barrancos son de régimen torrencial, habría sitios en donde sería fácil y económico hacer embalses

que recogieran el agua en la época de las grandes lluvias para aprovecharlas luego en tiempo de sequía.

En la zona atlántica se presenta el mismo problema de falta de agua para las poblaciones y para el riego. Los niveles hidrológicos más importantes son el del contacto de las margas plasencienses con las arenas astienses, que podía dar el agua necesaria a la población de Larache y provisionalmente a la de Alcázarquivir, el nivel hidrológico del contacto de los bancos astienses con las margas eocenas que podía suministrar el agua necesaria a la población de Arcila y después los niveles acuíferos del eoceno formado por el contacto de rocas permeables, calizas y areniscas, con rocas impermeables margas. Este nivel puede ser artesiano en los valles de Soketz Tzenin y Soketz Tzelatza y podía utilizarse para el riego de aquellas fértiles tierras.

En la zona de Ceuta y Tetuán el problema del agua no adquiere el carácter apremiante que en las zonas antes estudiadas. En la primera, sólo se utiliza hoy para la población una parte de los caudalosos manantiales, que brotan en las calizas liásicas de Benzú, habiendo sólo con ello agua abundante.

No tenemos competencia para tratar de la riqueza agrícola de la zona española de Marruecos, pero de un somero examen de los terrenos se puede decir que varía extraordinariamente la fertilidad de unos sitios a otros. Las tierras negras de Larache y Alcázarquivir son muy ricas en toda clase de elementos y se parecen mucho a las tierras negras de Rusia. En las del valle del Jemis, en Melilla, las espigas de los cereales alcanzan un número de granos excepcional. Los de Frajana y Nador son valles frondosos y muy fértiles. En cambio los campos de la meseta de Tres Forcas, en donde existe la capa de travertino, son áridos, y se puede decir que no existe vegetación alguna. El terreno, formado por las margas eocenas en la zona atlántica, es de cultivo escaso, y las cúspides de Tres Forcas y el Gurugú y de la sierra caliza de Anyera están por completo desprovistas de vegetación.

Las tierras formadas a expensas de las rocas eruptivas contienen fósforo, debido a la apatita, y potasa, debido al sanidino y a



otros minerales, y en general son tierras ricas. A tierras así formadas corresponden las del Jemis, Nador y de Frajana, en Melilla. Sobre las tierras negras, los Sres. Dupuy de Lôme y Miláns del Bosch hacen en su trabajo unas consideraciones que juzgamos muy pertinentes. Es interesante hacer constar la importancia que van teniendo los cultivos en la llanura de Garet merced a los elementos colonizadores. Tierras antes dedicadas exclusivamente al pastoreo, hoy están sembradas de cereales.

Lo mismo en agricultura que en los demás aprovechamientos de la zona de nuestro Protectorado, hay que dejar actuar al elemento privado. Creemos que el papel del Estado es ayudar y fomentar la acción de las entidades colonizadoras con todos los medios posibles, aunque sin dar exclusivas de ninguna especie.

Nuestra posición geográfica, privilegiada para un pueblo rico, y onerosa para uno pobre, nos ha llevado a la obra de pacificación de la zona de nuestro Protectorado en Marruecos, y el modo de que esta obra nos traiga el menor número posible de cargas es fomentar la acción colonizadora particular: único medio de que el suelo marroquí dé el mayor rendimiento posible.

## ZONA DE CEUTA

Antes de entrar en la reseña de la zona objeto de nuestro estudio, expondremos algunas ideas generales relativas a la tectónica y geología de la península del Norte marroquí, cuyo extremo forma el campo de Ceuta.

Muchos son los naturalistas y geólogos que han estudiado las relaciones tectónicas existentes entre el continente europeo y el africano.

La geología de la región Noroeste del continente africano, está tan íntimamente relacionada con la del Mediodía de Europa, y más especialmente con la de la Península Ibérica, que bien puede afirmarse, según se ha dicho por algunos, que geológicamente África empieza en el Atlas. Esta región septentrional del Imperio Marroquí está separada del gran macizo del Atlas por el estrecho geológico Sud-rifeño, o depresión de Taza, que partiendo de Argel pasa por los desfiladeros de las montañas de los Branés y los Riata, y se ensancha en abanico para desembocar al Atlántico en las llanuras terciarias del Rab.

Es natural que, tanto los caracteres litológicos, como la fauna y flora de los terrenos de la península del Norte marroquí, se asemejen mucho más a las europeas que a las africanas, si se tiene en cuenta que la apertura del estrecho de Gibraltar, según todos los geólogos que han estudiado el asunto, es de época muy reciente.

Sabido es que ya la Comisión francesa de geólogos que vino a España a estudiar los terremotos de Andalucía (1), opinó que este

(1) *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico*, t. XVII.

estrecho se abrió al principio de la época pliocena, mientras que el Nord-Bético o Andaluz de Tournouer, comprendido entre la meseta ibérica y la cordillera bética, se cerró al final del mioceno inferior.

Entre estas dos épocas, supone Gentil (1) que únicamente estuvo abierto el estrecho Sud-rifeño. El relleno terciario de esta depresión nos revela que, a partir de la época helvética, hubo una transgresión de los depósitos mediterráneos hacia Taza del Este al Oeste, y otra análoga en sentido contrario desde la costa atlántica hasta la referida ciudad de Taza.

La zona de Ceuta se encuentra próximamente en la mitad del territorio comprendido entre los dos antiguos canales de comunicación del Atlántico al Mediterráneo, y por los datos que hemos recogido en nuestros viajes resulta comprobada la íntima relación entre los caracteres geológicos de las dos orillas del estrecho de Gibraltar, determinados en su parte más estrecha por las antiguas columnas de Hércules, el Yebel Tarik y el Yebel Musa.

## DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA

La cadena rifeña, forma un arco que comienza en la península de Tres Forcas y corre de Este a Oeste paralelamente al mar, con sus mayores alturas a poca distancia de la costa, y se encorva hacia el Noroeste al alcanzar en el Yebel Kelti (2) la península del Norte marroquí. Desde este monte, en dirección Norte, aproximadamente, forma el eje de la península y desemboca en el estrecho de Gibraltar al Oeste de la bahía de Benzú, después de un recorrido longitudinal de poco más de 200 kilómetros.

Las cumbres de esta cadena más próximas a Tetuán forman la

(1) *Le Maroc physique.*

(2) Para no aumentar la confusión, cada vez mayor, que existe con la ortografía de los nombres árabes, nos atendremos en estos trabajos estrictamente a la que emplea el Estado Mayor del Ejército en sus mapas.

sierra del Hhauz, separada por el valle del Smir de las Cudias Tair y bu Zeguelet, estribaciones de menor altura que determinan en la región que termina en el cabo Negro una arista normal a la dirección general de las montañas.

Desde el Smir hasta el Estrecho, se extienden los intrincados macizos de las sierras de Anyera, formadas por varios escalones sucesivos de composición geológica distinta, hasta terminar en el núcleo calcáreo del Yebel Musa (856 m.).

El estado de intranquilidad que reina aún entre los cabileños fronterizos a Ceuta, nos ha impedido extender nuestras investigaciones más allá de los puestos avanzados ocupados por nuestras tropas, y ha tenido que concretarse nuestro estudio al terreno comprendido entre las laderas orientales de la cadena de montañas que forman el eje de la península del Norte marroquí y la costa mediterránea; este territorio forma una faja, que se dirige de Norte a Sur, y con anchura que va disminuyendo hacia el Sur, tiene su límite oriental en la costa, mientras que hacia Poniente queda aislada de los territorios no dominados todavía por una serie de reductos situados en las cumbres de las sierras de Yebel Xinder y Yebel Hafa el Uest, y en las colinas de Cudia Federico, Afersuan y Menizla por el Sur.

Dentro de esta zona del Protectorado se encuentra el antiguo territorio español de Ceuta, tal como quedó después de la guerra de 1860, rodeado por el mar en la parte oriental y defendido por el Oeste por una línea de fuertes en lo alto de las colinas más elevadas, a las cuales nos referiremos frecuentemente en nuestro trabajo, cuyos fuertes, partiendo de Norte a Sur, reciben los nombres de Benzú, Renegado, Aranguren, Anyera, Isabel II, Francisco de Asís, Piniers, Mendizábal y Príncipe Alfonso.

El territorio de Ceuta se divide geográficamente en dos porciones de muy desigual extensión, la península de la Almina o monte Acho y la parte continental, ambas de indiscutible interés geológico.

La península de la Almina, que también puede considerarse como isla, pues los fosos de las antiguas murallas comunican las bahías Norte y Sur de Ceuta, tiene únicamente unos 8.000 me-

tros de perímetro con altitud de 200 metros en el emplazamiento del presidio.

Toda la isla tiene laderas escarpadas que por el lado Sur forman acantilados verticales inaccesibles desde el mar, mientras que la parte más elevada es una meseta cuya altura va disminuyendo según nos acercamos al istmo sobre el cual está edificado Ceuta, bajando hasta los 50 metros de altitud en las primeras casas de la población.

La parte continental del territorio empieza por ser bastante llana, pero luego va elevándose el terreno, con suavidad al principio, más bruscamente después, para formar los diversos contrafuertes que, a modo de escalones, se elevan sucesivamente hasta llegar a los picachos de Sierra Bullones.

Si imaginamos dos líneas meridianas trazadas por los promontorios de la costa denominados Punta Bermeja y Punta Benzú, líneas que, según veremos, corresponden a otros tantos cambios en la composición geológica del suelo, resultará dividido el terreno en tres zonas de orografía completamente distinta:

En la primera, cercana al mar, el terreno, si bien ondulado, es de escaso relieve y forma una serie de montículos de laderas de muy suave pendiente separados por vallecitos, que, sin rumbo predominante, se dirigen hacia la mar.

A Poniente de esta zona el suelo se eleva, suavemente al principio y en cuesta más pronunciada después, hasta formar una serie de montes aislados, de laderas pendientes, separados por profundos barrancos que corren de Este a Oeste en dirección normal a la alineación de los montes. Sobre éstos están edificados los fuertes de la línea del campo exterior de Ceuta.

En la última zona se elevan bruscamente, separados entre sí y del núcleo de la sierra de Anyera por profundos desfiladeros, las sierras de Yebel Xinder, Dahar Yuahel, Yebel Hafa el Uest, etc., cuyas cumbres son de grandes crestas de calizas.

La altitud de las lomas de la segunda zona no pasa de 200 metros, en la Hafa el Uest llega a 480 metros, y el macizo del Yebel Musa alcanza los 856 metros.

No se encuentra ningún río que merezca el nombre de tal en esta zona, y sus arroyos, de muy poca importancia, no suelen tener agua más que en la época de las lluvias.

En la vertiente septentrional del Yebel Musa tiene alguna importancia el Jandak Deff, que corre por el valle situado entre Sierra Bullones y Yebel Xinder y desemboca en la bahía de Benzú. En este valle nacen también los importantes manantiales que surten de aguas potables a Ceuta. Más al Este se encuentra el arroyo de Calamocarro que recoge las aguas de las vertientes de los cerros del Renegado y Aranguren. Menos caudal que los anteriores tienen los arroyuelos de la Fuente, del Renegado, del Infierno, del Cepo, de Benítez y de Fez que desembocan en la costa Norte.

Al Sur de Ceuta, el arroyo de Las Bombas, que nace cerca de la Peña del Esclavo, limitaba antiguamente la zona neutral, y entre este arroyo y la playa de los Castillejos se encuentran los de Garnok, Jandak Alilu, Jandak de Abarran y J. Buxla, con caudales mucho menores que el de Las Bombas.

El Uad el Fenidak, o río de los Castillejos, atraviesa el llano del mismo nombre en la última parte de su recorrido y tiene algunos afluentes, entre los cuales, si bien poco caudalosos, merecen citarse el Uad Menizla y el Uad Beni Mzala. Tanto por la extensión de su cuenca, como por su caudal, es el río de los Castillejos el curso de aguas más importante de la región.

Ya Dantín Cereceda (1) dijo que las tierras en torno a Ceuta no son más que medianas, cuando no malas. El monte Acho está casi todo sin cultivar, especialmente por las laderas Este y Sur, que son las más escarpadas, y, en general, únicamente en el fondo de ciertos barrancos se encuentra alguna huertecilla, escasa en tierra laborable, y aun más escasa en agua para regarla. Por todas partes asoman las peñas en las laderas de los barrancos desnudos de toda vegetación, y únicamente en San Antonio existe un pequeño pinar que data de 1750.

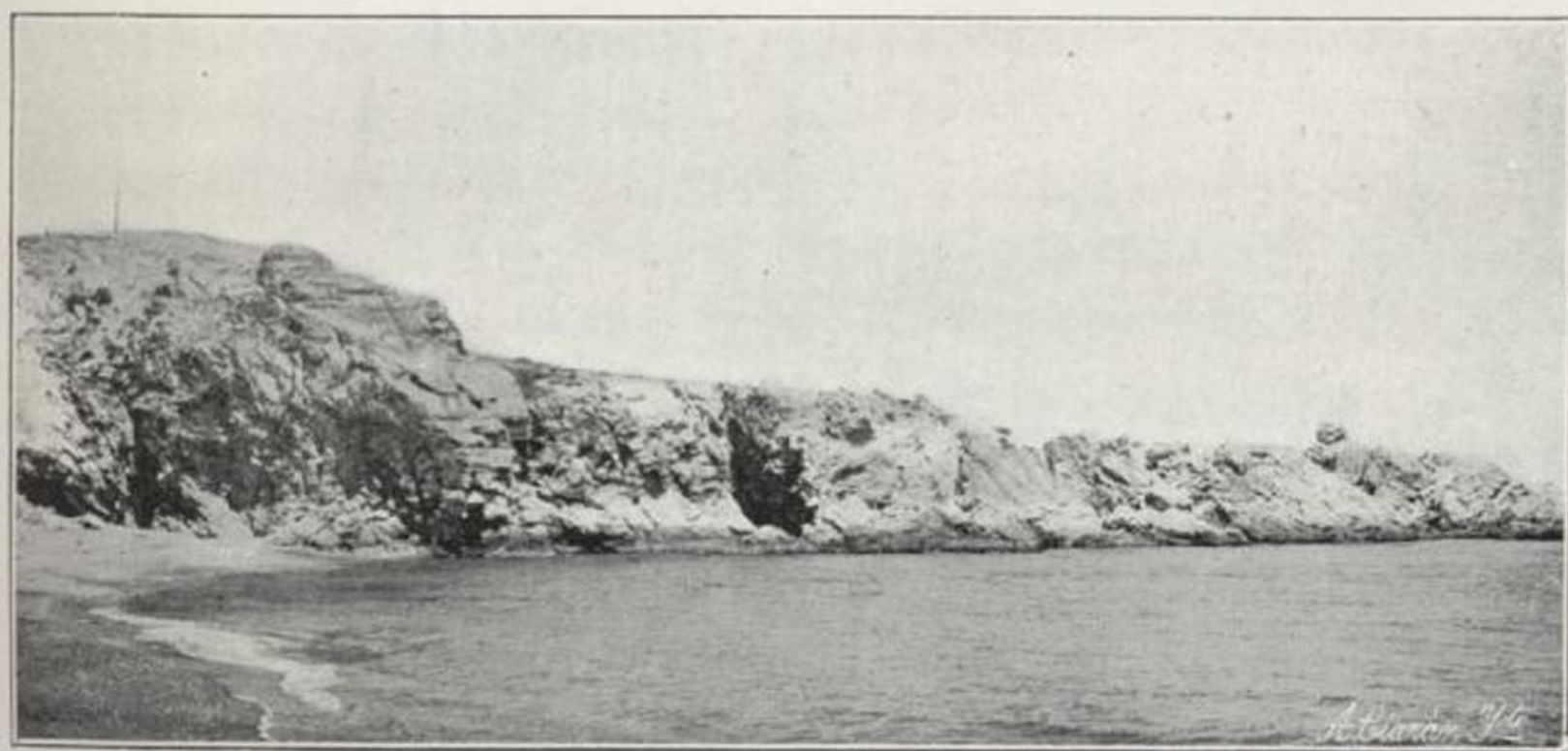
Por una parte, lo difícilmente que atacan los agentes atmosféricos

(1) *Yebala y el bajo Lucus*, pág. 204.





CAMPOS CULTIVADOS EN BELIUNES.



PUNTA BLANCA: PIZARRAS TALCOSAS.

ricos a los gneis durísimos de que está formada esta montaña, y por otra, la naturaleza eminentemente silícea de las tierras procedentes de su desagregación y descomposición explican perfectamente la pobreza del suelo.

En la zona continental, las tierras formadas a expensas de los materiales arcaicos y paleozoicos de la estrecha faja de areniscas y conglomerados triásicos, son de naturaleza igualmente silícea y de muy escasa productividad.

En pequeñas extensiones se cultivan los cereales y hay algunas plantaciones de viñas que, indudablemente, se criarían muy bien en casi toda la región.

En los arroyos, cerca de la costa, se ven algunas huertecitas cultivadas por los españoles; los indígenas apenas se dedican al cultivo agrario, sólo hemos visto algunos campos labrados en los poblados de Beni Mzala y Beliunes.

En el primero de estos poblados hay un bosque, llamado Sagrado, formado por encinas, algún pino y monte bajo.

Cerca de las canteras de Benzú, en el valle correspondiente al arroyo del mismo nombre, hay también un bosque, muy frondoso y de bastante extensión, poblado de alcornoques muy viejos. Las tierras del valle son rojas, arcillo-sabulosas, con bastantes elementos calizos procedentes de los derrubios de las vecinas sierras, y es bastante fértil.

Estos son los únicos restos de los extensos bosques que, según es fama, envolvían en otros tiempos la ciudad y que un desordenado y codicioso carboneo ha destruído completamente.

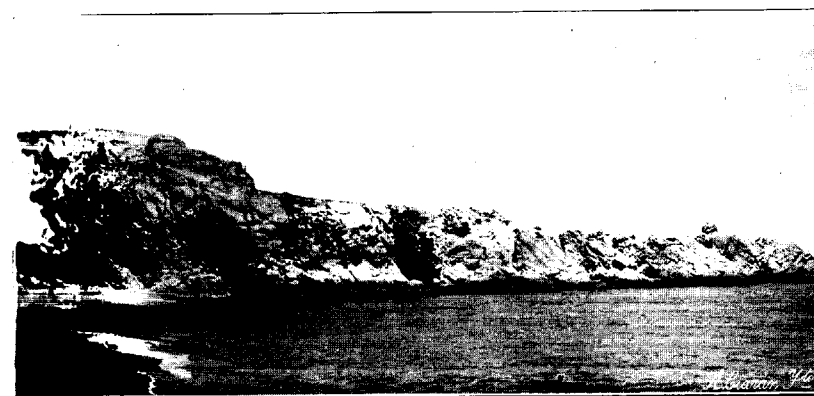
Mas al Sur de Ceufa, el llano de los Castillejos, hoy sin cultivar, está formado por feraces aluviones recientes del río, y podría dar lugar a una vega muy fértil, si bien de escasa extensión.

## ESTUDIO GEOLÓGICO

La zona objeto de nuestro estudio tiene que concretarse forzosamente a una región de la costa de muy reducida extensión, limitada por dilatadas sierras de grandísimo interés geológico, que si



CAMPOS CULTIVADOS EN BELIUNES.



PUNTA BLANCA: PIZARRAS TALCOSAS.



bien han sido visitadas en épocas de paz por distintos geólogos, no han sido nunca bien exploradas.

Los primeros estudios de esta zona se deben al geólogo francés M. Coquand (1) hace cerca de un siglo, y llama desde luego la atención la exactitud de muchas de sus observaciones.

Después Gentil (2) ha publicado, basado principalmente en los trabajos de Coquand, un bosquejo geológico muy interesante y, por último, recientemente, Fernández Navarro, en un estudio geológico que figura en la obra *Yebala y el bajo Lucus*, presenta un trabajo mucho más detallado, sobre todo en lo que se refiere a las cercanías de Tetuán, haciendo constar, sin embargo, que no se trata más que de un esquema geológico.

Las dos zonas, peninsular y continental, que hemos descrito en nuestra reseña geográfica, son muy distintas, estudiadas desde el punto de vista de la geología.

Toda la península, incluso el istmo donde está emplazada la antigua ciudad de Ceuta, corresponde al terreno estrato-cristalino, a excepción de un dique eruptivo muy interesante, de que más adelante haremos mención. El monte Acho, en conjunto, es un mogote gnéisico formado por un anticlinal muy tendido, cuyo eje se dirige de Noroeste a Sudeste.

La parte continental es de composición geológica mucho más compleja, y a grandes rasgos se pueden considerar en ella cinco zonas distintas que forman otras tantas fajas con dirección aproximada de Norte a Sur.

La primera zona (3), comprendida entre el istmo y el llano de Jadú, forma la extremidad del promontorio de Ceuta, y está constituida por la rama oriental de un sinclinal que forman las micacitas del estrato cristalino directamente apoyadas y concordantes con el gneis del Acho.

La segunda zona está comprendida entre la que acabamos de

---

(1) «Description Geologique de la partie septentrionale du Maroc», página 1.188, *Bulletin de la Société Géologique*, segunda serie, 1846.

(2) *Le Maroc Physique*.

(3) Véase el plano geológico.

citar y una línea que, partiendo de la playa, donde desemboca el arroyo de la Fuente, pasa por las proximidades del cuartel del Serrallo y el fuerte de Abarrán, y termina en el llano de los Castillejos. Está formada principalmente por terrenos secundarios que rellenan el fondo del sinclinal.

Entre la segunda y tercera zona penetran con dirección meridional y septentrional, respectivamente, dos cuñas de terreno cambriano.

La tercera zona está formada por una gran faja de pizarras y calizas cambrianas.

En la cuarta zona, al Oeste de una línea que pasa entre Punta Blanca y Punta Bermeja, por junto a los fuertes del Renegado e Isabel II, hasta terminar en el poblado de Beni Mzala, vuelven a aparecer debajo del cambriano las capas de la primera zona, formando aquí la rama occidental del sinclinal arcaico.

Por último, en completa discordancia con los anteriores estratos, aparecen en la quinta zona las grandes masas de calizas secundarias que forman la cadena montañosa que limita la zona hoy susceptible de ser visitada.

Fuera ya del territorio ocupado militarmente, vuelve a aparecer el estrato cristalino en el fondo del valle, que separa esta serie de montañas del gran macizo calcáreo de Sierra Bullones.

En el resto de la extremidad septentrional de la península del Norte marroquí, el terreno tiene, al parecer, mucha mayor uniformidad; y decimos al parecer, porque este terreno, perteneciendo a las grandes kabilas de Anyera y Uad Ras, no ha sido nunca bien explorado.

Sin embargo, en la travesía, desde Ceuta a Tánger por el mar, puede observarse que la costa sigue acantilada al Oeste del Yebel Musa hasta la punta Malabata, extremo oriental de la rada de Tánger; pero al poco tiempo se presentan, en vez de las calizas liásicas, los grandes bancos de areniscas y calizas eocenas que con tanta uniformidad se presentan al Sur de Tánger y en toda la costa atlántica de nuestro protectorado.

Una vez hecho el esquema geológico de la región, pasemos al estudio de los diversos terrenos que la integran.

## TERRENO HIPOGÉNICO

**Dique peridótico de Ceuta.**—Es el único asomo hipogénico importante de la comarca, pero merece que se estudie con detenimiento, no solamente por el interés que ofrece en sí mismo, sino por las consecuencias a que se puede llegar por el estudio comparativo de esta mancha peridótica con las de la serranía de Ronda y Sierras de Aguas y Carratraca en la provincia de Málaga.

Este gran dique corta el istmo de Ceuta dentro de la misma población y está oculto en gran parte por los edificios militares y depósitos de agua potable; pero mostrándose muy claramente en los desmontes de la Escuela práctica de Artillería y en los acantilados de la playa Sur.

El dique corta casi verticalmente el gneis del Acho con unos 200 metros de espesor, y la roca, muy serpentizada, no ha ejercido gran acción sobre el gneis; pues la acción metamórfica no se manifiesta en más de dos a tres metros de espesor, apareciendo después la roca arcaica completamente sana, tanto a simple vista como estudiada al microscopio. En el contacto Este se presenta la serpentina descompuesta y terrosa con color amarillo claro en una extensión de unos 10 metros; al Oeste ambas rocas aparecen bastante sanas y compactas; solamente el gneis, en unos pocos metros de espesor, está algo descompuesto, es más micáceo y de color rojizo.

Dentro de la peridotita se encuentran algunas inclusiones de gneis de escaso volumen, pero, por lo general, el accidente más notable de la roca es la presencia de láminas de bastita y asbestos que se interponen en todos sentidos entre la masa, formando a modo de enrejillado.

Fernández Navarro cita como muy notables «las láminas brillantes de bastita interpuesta (entre la serpentina). Otras veces es hojosa, verde clara y brillante, la cual pasa insensiblemente a ver-

daderos asbestos de serpentinas de colores claros, de fibras rectas o entrecruzadas, y a veces bastante blandas, de fractura hojosa o astillosa».

También se encuentra frecuentemente cubierta la peridotita por una capa hasta de cinco centímetros de espesor, de dolomita concrecionada, de colores blancos y rosados y superficie muy brillante.

La roca varía frecuentemente, tanto en color como en textura, y, en general, está serpentinizada y descompuesta por la acción de los agentes atmosféricos. A pesar de haber hecho en la playa una calicata de dos metros de profundidad, no llegamos a encontrar la roca completamente sana.

Lo mismo sucede en los desmontes del cuartel de la Reina, donde se halla la roca, a los 10 metros de profundidad, tan serpentinizada como en la superficie.

Del examen microscópico hecho por el ingeniero D. Agustín Marín de un gran número de preparaciones, se deduce que el dique de peridotitas de Ceuta presenta los grados intermedios de la serie peridótica, principalmente lherzolitas y harzburguitas.

Hasta el presente no hemos encontrado ni noritas ni dunitas, es decir, los términos extremos de la serie.

Las lherzolitas y harzburguitas son muy semejantes a las de la provincia de Málaga.

Las peridotitas están casi siempre muy serpentinizadas, no viéndose, por lo general, más que restos de olivino, y no encontrándose este mineral en otras que han llegado a su completa serpentización.

En el gneis del contacto con la serpentina observamos al microscopio cristales de calcita.

La roca se presenta, como ya hemos dicho, muy descompuesta, y aun las partes más sanas están cortadas en todos sentidos por multitud de grietas, siendo muy difícil sacar trozos de regular tamaño e imposible explotar en cantera esta piedra, de hermoso aspecto decorativo.

Sin embargo, en muchos edificios antiguos, en las iglesias, en

el monumento a los héroes de 1860, etc., se encuentran abundantes muestras de esta roca.

**Otros asomos eruptivos.**—Únicamente podemos citar algunos asomos ofíticos, muy descompuestos, que se encuentran cortando las fajas triásicas de la playa de Benítez, al Oeste de Ceuta. La roca, muy terrosa, tiene la estructura particular de las ofitas. En general, están tan entremezclados los productos de la descomposición de la roca eruptiva con las areniscas y margas triásicas que la envuelven, que quedan sus límites indeterminados.

### Terrenos sedimentarios.

#### ESTRATO-CRISTALINO

Si adoptamos el orden cronológico que para los depósitos arcaicos establece el Sr. Mallada (1) en su descripción del estrato-cristalino de España, veremos que en el Acho se presentan los términos segundo y tercero de la serie, o sean «Gneis amigdaloides de caracteres muy uniformes y con grandes espesores», y «Gneis micáceo acompañado de otras variedades». En la parte continental se nos ofrecen los términos cuarto y quinto, es decir, las «Micacitas propiamente dichas» y las «Talquitas o pizarras talcosas, con sercicitas, en que se intercalan pizarras cloríticas, calizas y otras rocas», si bien este último piso no aparece más que en la faja arcaica más alejada de la población.

Siguiendo la división comúnmente adoptada para este terreno, o sea, considerando únicamente tres tramos diferentes, el inferior asoma en Punta Almina, el medio abarca casi todo el terreno que corresponde a esta formación, y el superior se presenta desde Punta Blanca, a las faldas del Yebel Xinder.

El monte Acho está totalmente formado por una gran masa de gneis, con multitud de variedades y aspectos distintos, siendo más general en la parte occidental de la península el de color blanquecino, con mucho feldespato, poca mica (biotita) y escaso cuarzo,

(1) *Explicación del Mapa Geológico de España*, t. I, pág. 347.



mientras que en Punta Almina se encuentran las variedades glandulares y turmalíferas, que corresponden a un nivel estratigráfico inferior.

En las canteras abiertas para la construcción del dique de Levante del puerto de Ceuta, se explota la primera variedad en grandes tajos de más de 150 metros de largo por un frente de cerca de 20 de altura; en ellos se ve cómo la roca está descompuesta hasta una profundidad que en determinados sitios llega hasta cerca de 10 metros, presentándose entonces con aspecto terroso y color rojizo, debido a la presencia de hidróxidos de hierro y con el feldespato completamente caolinizado.

A mayor profundidad, cuando la roca es ya compacta y dura, con sus elementos completamente sanos, es de colores grises y azulados.

En algunos sitios, la mica forma nódulos dentro de la roca, a semejanza de los gabarros del granito, y en otros se presenta en zonas, dándole un aspecto fajeado. En determinados puntos de la cantera, las juntas que atraviesan la roca están rellenas de azufre, fenómeno probablemente debido a la aparición del dique eruptivo peridótico, que se halla a corta distancia.

En el fondo de la cantera se encuentra una veta de calcopirita de tres a cuatro centímetros de grueso como máximo, y muy irregular, tanto en buzamiento y dirección como en metalización. Coquand, en su citada obra, dice que encontró ramificaciones de calcopirita en las serpentinas, con una riqueza que «aumenta en profundidad, según se ha visto en los pozos»; nosotros, en las serpentinas no hemos encontrado ningún indicio de este mineral; pero nada de extraño tiene que las vetas atraviesen lo mismo la masa eruptiva que los bancos de la roca arcaica.

Junto a Punta Almina contiene el gneis menos feldespato y más cuarzo, sustituyendo el piroxeno casi completamente a la mica. Cerca del faro, en la costa Sur, se carga la roca aun más de cuarzo, presentándose cantos sueltos de este mineral, con grandes cristales de turmalina. En este mismo sitio se encuentra una extensa zona de gran uniformidad de gneis granitiforme.

Este gneis granitiforme corresponde a la base del estrato-cristalino. No hemos encontrado los granitos y pegmatitas, que cita Coquand, en el monte Acho, por lo que suponemos que más bien deberá tratarse de aspectos locales del gneis.

En la Punta del Desnarigado atraviesan al gneis grandes diques de feldespato caolinizado y la roca, también muy descompuesta, presenta coloraciones rojizas; más arriba, en la ladera, el camino llamado de Enmedio cruza casi constantemente la variedad blanquecina muy feldespática y pobre en cuarzo y mica.

Al Norte del faro de Punta Almina, y en general en toda la vertiente septentrional del monte, el gneis está mucho más descompuesto, no encontrándose en ningún punto la roca sana; se presentan las variedades arcillosas y micáferas de colores oscuros. Estas rocas, fácilmente atacables por los agentes atmosféricos, han dado lugar a la formación de una ligera capa de tierra, sobre la cual arraiga la poca vegetación del monte.

Estudiados al microscopio los gneis de Ceuta, se ve en primer lugar la variable proporción en que entran en la roca sus tres elementos constituyentes, dando lugar a las mismas variedades que se observan a simple vista.

Los ejemplares recogidos cerca del faro son mucho más ácidos que los del resto del monte, principalmente en su parte occidental. La mica, por lo general, corresponde a la biotita; también a menudo aparece más o menos descompuesta, presentándose como productos derivados de ella la muscovita y el talco. Forma la mica los haces tan característicos en el gneis. En muchos ejemplares la mica ha sido substituída por el piroxeno, pudiendo considerarse la roca como una piroxenita.

Como mineral accesorio suele presentarse la turmalina, dando lugar en la Punta Almina a verdaderos gneis turmalíferos.

Entre las canteras del puerto y el jardín de San Amaro afloran entre el gneis descompuesto bancos de poco espesor de caliza cristalina sacaroide, de colores blanquecinos y azulados. Vuelven a encontrarse estos bancos en lo alto del monte en las pequeñas canteras del Sarchal y en la playa de la costa Sur, cerca del dique

peridótico, en grandes cantos aislados, unas veces de caliza marmórea muy pura y blanca, y otras fajeada de colores grises y blancos, con grandes manchas verdes cloritosas.

Los bancos de caliza que forman el mismo anticlinal del gneis no aparecen en la vertiente Sur, pues quedan debajo del mar. En las calizas, cerca del jardín de San Amaro, se encuentran zonas de mineral de hierro metasomático, viéndose perfectamente el paso gradual de la calcita a la hematites.

Se ven a veces algunas bolsadas de hematites roja bastante pura, mezclada con ocres amarillos muy arcillosos e impuros, habiéndose reconocido algunas por calicatas, resultando que ninguna tiene verdadero valor industrial ni es fácil que lo tenga, pues los bancos de caliza son de muy poca extensión y espesor demasiado reducido para haber dado lugar por metasomatismo a criaderos minerales de importancia.

El monte Acho no es un mogote arcaico aislado unido a tierra firme por aportes marinos recientes, sino que sus rocas se unen directamente con las micacitas del piso superior, como puede comprobarse siguiendo la costa Sur del istmo, donde se ve el contacto de las dos en las fortificaciones, pues mientras el gneis aun aparece debajo de la población, extramuros se encuentran las micacitas.

Todo el promontorio de Ceuta está en parte edificado y en parte cubierto por tierras de labor que ocultan los terrenos antiguos, y éstos no se presentan a la vista más que en las trincheras de los ferrocarriles y en los desmontes de las carreteras que parten de Ceuta.

En la costa Norte, todo el llano, hasta la batería de la Puntilla, está cubierto de tierras de labor, pero en cuanto se entra en la primera trinchera del ferrocarril de las obras del puerto, se descubren las micacitas y pizarras micáceas del estrato-cristalino, negruzcas, muy cargadas de mica y con algunas intercalaciones de lechos de verdaderos filadíos.

Obsérvese en las trincheras que hasta los tres o cuatro metros de profundidad la roca está muy descompuesta por los agent

atmosféricos y manchada por las aguas que, cargadas de elementos arcillosos, han penetrado por sus juntas, borrando sus verdaderos caracteres.

El buzamiento general de los estratos es hacia el Noroeste, apoyándose, por lo tanto, sobre el gneis del Acho y del casco de la población.

Atraviesan las pizarras, formando un enrejillado, multitud de vetas cuarzosas, y a veces acompaña al cuarzo la barita. Las pizarras están salpicadas de cristallitos de pirita de hierro, y a la oxidación de estas piritas debe atribuirse el color rojo vivo de algunas de las tierras procedentes de las pizarras descompuestas, y que hace que desde lejos se confundan con las que se han formado a expensas de los inmediatos materiales triásicos.

Siguiendo por la línea del ferrocarril hasta el saliente de la costa llamado Punta Alegre, se cortan constantemente las mismas pizarras y micacitas cristalinas con ligeras variaciones en su textura y composición.

En la carretera central que partiendo de Ceuta y pasando por Iadú conduce al cuartel del Serrallo, se encuentran las pizarras micáceas de la costa, si bien es más difícil estudiarlas por la escasez de cortes y desmontes que tiene la carretera. Tampoco es fácil señalar exactamente el contacto del estrato-cristalino con el cambriano, aunque, sin temor a gran error, puede suponerse que se habrá de encontrar este último en las cercanías de la Mezquita.

En la costa Sur del promontorio de Ceuta, en las primeras trincheras del ferrocarril en construcción de Ceuta a Tetuán, aparecen al pie del Llano de las Damas las micacitas estrato-cristalinas, análogas a las descritas en la costa Norte. En conjunto, buzaban suavemente hacia el Noroeste, pero en general las capas están muy trastornadas y retorcidas en una serie de pequeños accidentes estratigráficos locales.

Se encuentran en la roca algunas masas lenticulares de cuarzo blanco lechoso unido con calizas marmóreas cristalinas. También se encuentran algunas vetas de una pizarra grafitoide, muy untuosa y manchadiza. En otros sitios aparecen bancos de pizarrillas

micáceas exfoliables y otras variedades de colores verdosos claros, tránsito a verdaderas talquitas.

Siguiendo hacia el Oeste por el ferrocarril hasta la Punta del Morro, se encuentran los estratos cortados por repetidas litoclasas, que fraccionan las rocas en porciones poliédricas pequeñas y además muy plegadas y trastornadas, lo cual, unido a la naturaleza poco consistente de las rocas, y a que los lisos se hacen untuosos por efecto de la humedad, ha dado motivo a muchos corrimientos y desprendimientos en las laderas de las trincheras, hasta el punto de que en algunos sitios aumenta hasta el doble el volumen de la excavación que ha de efectuarse en comparación con los resultados del cálculo. Esto ha retrasado considerablemente los trabajos de la explanación del ferrocarril; pero el hecho no tiene fácil remedio, y únicamente modificando los taludes de las laderas de las trincheras y saneando los terrenos para impedir que el agua haga más resbaladizas las juntas de las rocas, se disminuirá algo en lo sucesivo tan gran inconveniente.

La misma formación con idénticos caracteres continúa por los acantilados de la costa hasta llegar a la ensenada de la Almadraba, donde, en el valle del arroyo del mismo nombre, queda cubierto el arcaico por el cuaternario, formado por tierras rojas arcillo-sabulosas con multitud de cantos y guijo cuarzosos. La formación reciente, si bien de poca extensión, tiene un espesor bastante considerable, y en ella se encuentran algunas huertecillas.

Al Sur del arroyo asoman los pizarrones paleozoicos, pudiendo pues, considerarse el mencionado arroyo como línea de separación de las dos formaciones antiguas.

La faja arcaica del interior se descubre en la costa Norte, menos de un kilómetro al Oeste de Punta Bermeja, y está formada por pizarras satinadas micíferas y micacitas chiastolíticas, alternantes con otros bancos de pizarras talcosas sericíticas. También se encuentran pizarras cloritosas de color verde claro y algunos bancos de calizas pizarreñas con cristallitos de mica. Si fuere mayor la pureza de la caliza se la podría calificar como un cipolin.

Toda esta formación corresponde a un nivel geológico más al

que las rocas que hemos estudiado hasta ahora, y puede incluirse perfectamente en el quinto piso, considerado por Mallada (1), al dividir el estrato-cristalino de España, «talquitas o pizarras talcosas con sericita, en que se intercalan pizarras cloríticas, calizas y otras rocas».

Dentro de la roca se encuentran grandes masas lenticulares de cuarzo, y vetillas de este mismo mineral cruzan los estratos en todos sentidos.

La misma formación, con buzamiento casi uniforme de 45° al Sudeste, continúa a lo largo de la costa hasta las canteras de Benzú.

En Punta Blanca, cuyo nombre se deriva del color de la roca de este saliente de la costa, se encuentran bancos de cuarcitas muy duras, con algunos lechos intermedios de pizarras cloríticas y talcosas casi blancas. Estas rocas de tan desigual dureza, sometidas a la acción mecánica de las aguas, dan lugar a que el cabo esté lleno de cuevas y oquedades y sembrado el suelo de lajas angulosas desprendidas de los bancos de cuarcita.

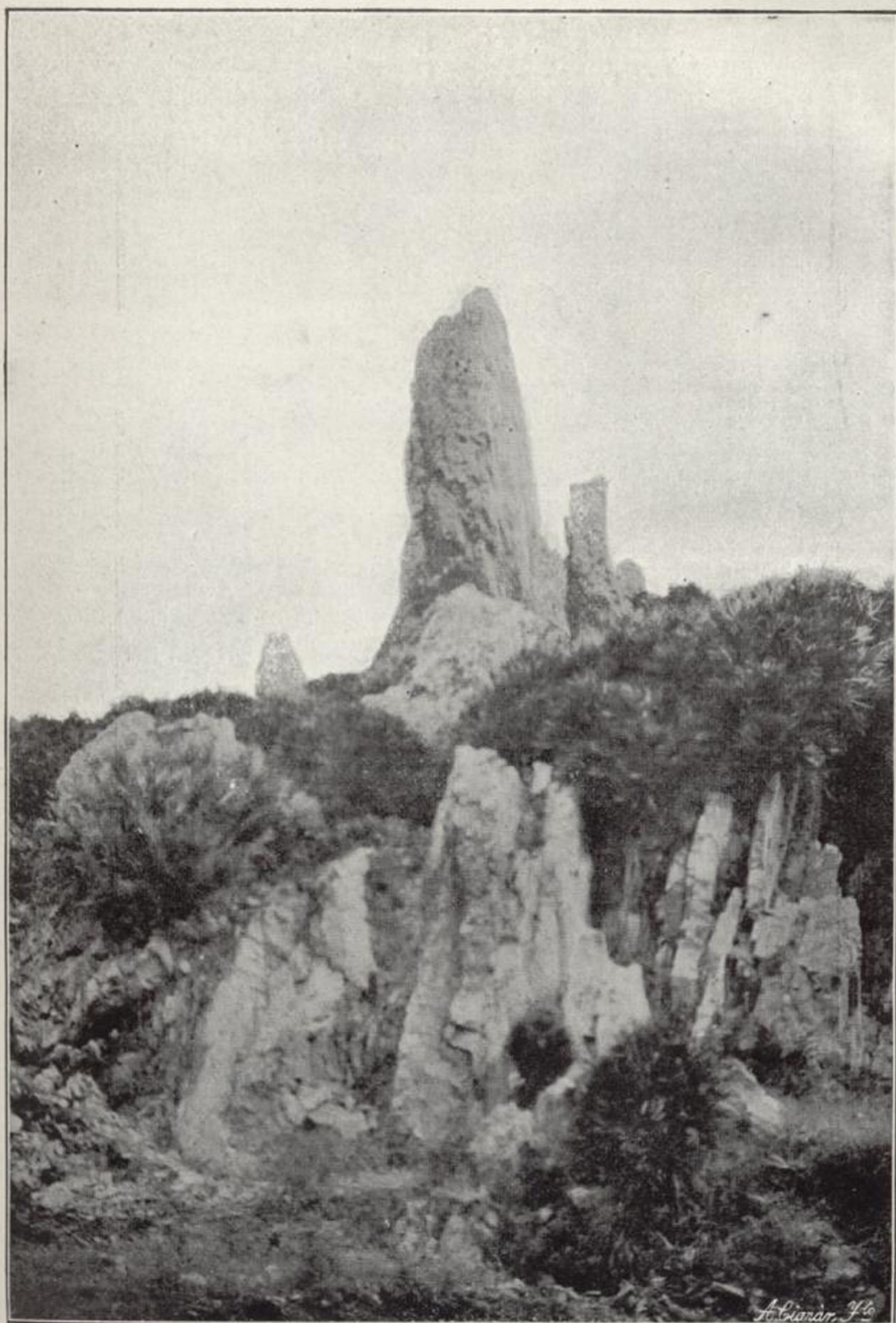
Siguiendo la costa desde Ceuta hasta las canteras de Benzú, se observa muy manifiesto el amplio sinclinal de que hablamos al trazar el esquema geológico de la comarca, y cuya rama occidental estamos describiendo ahora.

Se marca con toda claridad entre la costa Norte y el poblado de Beni Mzala la línea de separación del estrato-cristalino y del cambriano que pasa por la falda Norte del cerro del Renegado, por el collado que une el fuerte de Isabel II con la posición A, y a través de la Sierra del Dahar Berach hasta descender al valle de Beni Mzala.

Las pizarras arcillosas cambrianas, de colores verdosos y rojizos, se apoyan sobre las micacitas grises, muy lustrosas, del estrato-cristalino; las primeras dan, por su descomposición, tierras arcillosas de tonos rojizos y pardos, mientras que las segundas las dan de un color gris claro, tanto más brillante cuanto mayor es la

(1) *Explicación del Mapa geológico de España*, t. I, 1895.





AGUJAS DE CUARCITA EN LA FALDA DEL YEBEL XINDER.

proporción de mica de la roca, pudiendo observarse perfectamente desde gran distancia la línea de separación de los terrenos geológicos solamente por la diferencia de colorido de las tierras que cubren la ladera de los valles.

Entre la posición A y Yebel Xinder se encuentran primero las pizarras micáferas de la costa, y después, en una fuente situada al pie del reducto de Anyera, aparecen casi verticales los potentes bancos de cuarcitas de Punta Blanca, formando agujas que se elevan cinco y seis metros sobre el suelo. Entre las cuarcitas se encuentran lechos de pizarras micaceo-talcosas blandas, de color verde muy claro, casi blanco.

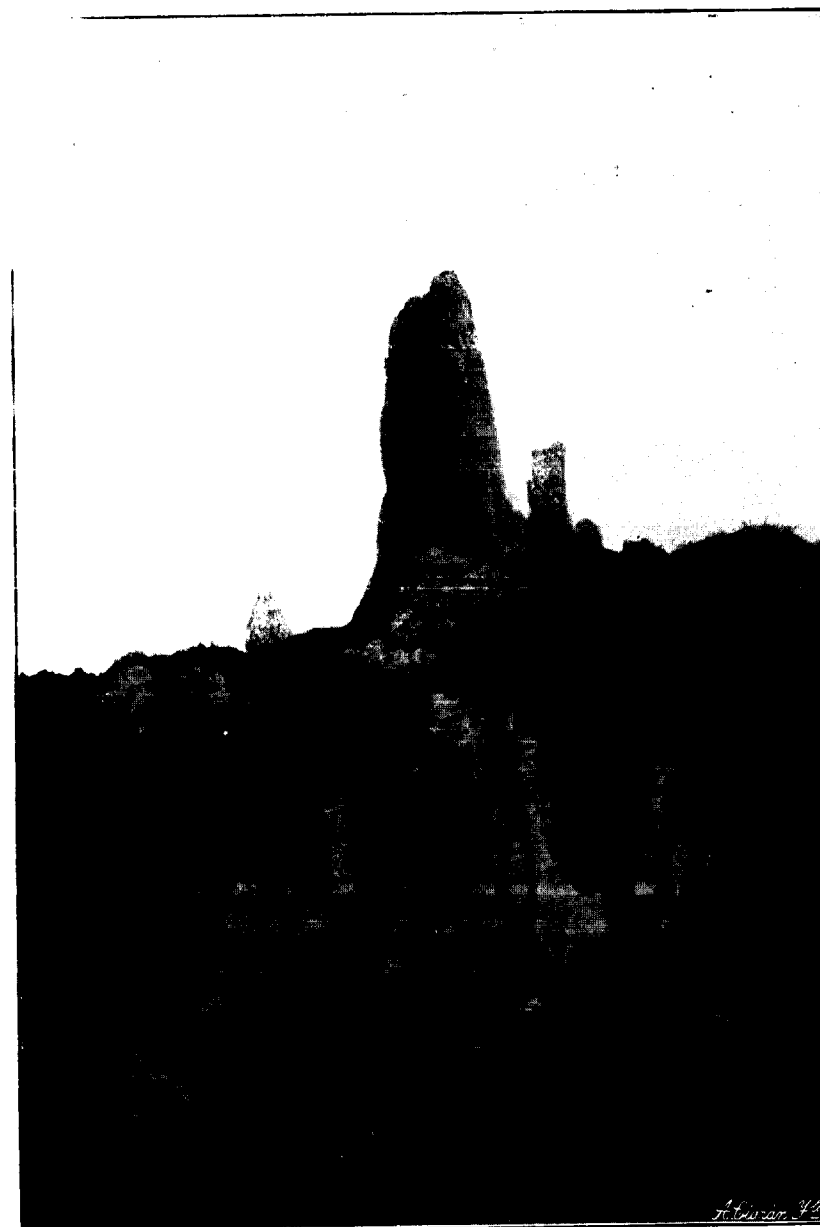
Como es natural, la presencia de un nivel permeable—las cuarcitas—entre otros muy impermeables—las micacitas,—hace que brote en la ladera de la montaña un manantial de caudal muy constante.

Las cuarcitas no se prolongan por la parte del Sur de la fuente, sino que quedan bruscamente cortadas; pero luego, a algunos centenares de metros al Oeste, vuelven a aparecer y se prolongan hacia el Sur, denotándose así la presencia de una falla. Esta misma falla u otra paralela separa también el macizo de Yebel Xinder del mogote de Benzú, formados ambos por las calizas secundarias.

En la falda oriental del Yebel Xinder, el arcaico ha sufrido multitud de roturas, saltos y resbalamientos; los estratos se presentan con multiplicados cambios de dirección y buzamiento y aparecen cortados por grandes masas de argilofiro de color amarillento.

A partir del poblado de Beni Mzala la línea de separación del cambriano con el terreno que estamos describiendo cambia de dirección, describe un arco alrededor del monte del cementerio del poblado, que corresponde aún al arcaico, y sigue por las laderas de los cerros de Fahama, Casa del Hach y Afersuan en dirección Noroeste.

En las cercanías de Beni Mzala se ve la mayor productividad de las tierras estrato-cristalinas, cubiertas de huertecillas y campos cultivados, sobre los cerros paleozoicos, recubiertos de jara y algún solitario alcornoque.



AGUJAS DE CUARCITA EN LA FALDA DEL YEBEL XINDER.

### **Terreno cambriano.**

Tiene este terreno en la comarca verdadera importancia, y ocupa el segundo lugar por su extensión después del estrato-cristalino. Forma dos fajas orientadas de Norte a Sur; la primera discontinua en la superficie, por taparla los terrenos secundarios; la segunda, de mucha mayor extensión, enlazada con el terreno de la misma edad en la zona que nos ocupa por la faja del Uad Asal-las.

La clasificación del paleozoico de esta región es de interés indiscutible; pero, desgraciadamente, ni nosotros ni ninguno de los geólogos que han visitado antes esta zona hemos logrado encontrar ningún fósil que nos permita de modo indudable fijar la edad a que pertenecen aquellos terrenos.

Por su posición estratigráfica estas rocas están entre el estrato-cristalino y el triásico. Coquand las consideró como grauwacas, tomando por calizas silurianas las del Yebel Musa, de indudable edad secundaria.

Tampoco Gentil logró encontrar fósiles en unas pizarras de Tetuán parecidas a éstas; pero al Sur de Demnata, en la zona francesa, encontró graptolites que fijaron la edad de aquel terreno. Fernández Navarro (1) considera estas rocas como silurianas por su posición con respecto a los demás materiales, su naturaleza mineralógica, y muy particularmente por los resultados de la observación micrográfica.

Sin negar que puedan pertenecer a esta época, nos inclinamos a incluirlas en el cambriano mientras que en ellas no se encuentren fósiles característicos de otra edad distinta, por diversas razones, principalmente litológicas, deducidas de la comparación de este terreno con los de Andalucía y la región extremeña, con los cuales tanto parecido tiene. Entre estas razones, nos parecen más importantes las siguientes:

Ante todo, la presencia de grandes bancos de caliza marmórea

---

(1) *Memorias de la Sociedad Española de Historia Natural*, t. V, 1907-1908.

con todos los caracteres de la caliza cambriana del piso superior del sistema. Sabido es que las calizas, abundantes en el siluriano superior, no se presentan más que rara vez, y siempre en lechos delgados, en el siluriano inferior, faltando esta roca casi en absoluto en todo el siluriano del Mediodía de España.

Por otra parte, también es notable la falta absoluta de cuarzitas, roca que tantísima extensión e importancia tiene en el siluriano inferior de España, como hace observar Mallada (op. cit.), al decir: «No tienen ni con mucho en el cambriano el desarrollo que ofrecen en el siluriano, pues se reducen a bancos muy delgados o faltan enteramente, como sucede en casi todas las manchas de la región central y bética-extremeña, donde, en cambio, es inmenso el desarrollo de las silurianas.»

Otra razón que apoya el que se considere como cambrianas estas pizarras es la ausencia de las pizarrillas foliáceas, de colores vivos, rojizos, morados y de heces de vino, tan frecuentes en el siluriano.

Consideremos, por ahora, las pizarras paleozoicas de Ceuta como pertenecientes al piso superior de los dos en que se divide el cambriano de España.

En la costa Norte hay una pequeña mancha cambriana que comprende desde Punta Alegre a la playa de Benítez, y que se acuña hacia el Sur antes de llegar a los llanos de Jadú, oculta por las formaciones secundarias.

Las pizarras arcillosas con muy poco cuarzo, de color pardo obscuro, con manchas verdosas y rojizas, buzán hacia el Noroeste, apoyándose sobre el arcaico.

Más al Sur, antes de llegar a la carretera del Serrallo, vuelve a aparecer la formación en una faja, muy estrecha al principio, que se ensancha hacia el Sur y abarca toda la zona del litoral, comprendido entre las primeras trincheras del ferrocarril situadas al lado de la Almadraza y la fábrica de cerámica de los Castillejos.

En este paraje buzán al principio los estratos al Noroeste, es decir, al parecer, en concordancia con el estrato cristalino, que se

encuentra al Norte del arroyo de la Almadraza; pero, avanzando hacia el Oeste por las trincheras del ferrocarril, los vemos fracturados por multitud de pequeñas fallas que los cortan en todos sentidos, y cambia el buzamiento general inclinándose las capas al Norte.

A ambos lados del arroyo de la Almadraza se distinguen perfectamente las diferencias en la composición de los dos terrenos antiguos; las pizarras paleozoicas son mucho más arcillosas, compactas y resistentes que las micacitas infrayacentes. Alternan con los pizarrones lechos delgados de pizarras calcáreas azuladas, de gran dureza.

A unos 500 metros al Norte de la Almadraza, se explota una cantera bastante extensa de caliza compacta, que se presenta en capas de dos y tres metros de espesor, con buzamiento septentrional de 45°.

La roca es, por lo general, de color gris claro, con multitud de vetas espáticas blancas, pero algunos bancos tienen grandes manchas rojas irregulares, debidas a las impregnaciones de hierro. Es lástima que esta roca sea algo arcillosa, pues si no, se podría emplear como piedra de adorno, una vez pulimentada. Se presenta también otra variedad, cruzada por costras y láminas de talco y clorita, que le dan un tinte gris verdoso. Entre los bancos de caliza, se encuentran lechos de pizarras arcillosas rojas y amarillentas.

Las obras del ferrocarril, en la proximidad de este punto, están hechas con piedra procedente de esta cantera, que reúne muy buenas condiciones como material de construcción.

Un poco al Norte, y cerca del contacto con el triásico, se encuentra una pizarra negra carbonosa, muy intensamente metamorfizada; unos pocillos poco profundos, hechos en este punto en busca de combustible, han dado un resultado completamente negativo.

En la desembocadura del arroyo de las Bombas, las pizarras paleozoicas quedan cubiertas por los aluviones modernos, muy pedregosos y de escasa anchura; en los cortes de la carretera; en



la subida desde el arroyo hasta la meseta superior, vuelven a encontrarse las mismas pizarras cambrianas cubiertas en todo el resto del terreno por tierras arcillosas, muy rojizas, procedentes de su propia desagregación y descomposición.

Sin ningún cambio interesante que señalar, sigue la formación a todo lo largo de la costa hasta llegar al llano de los Castillejos, donde queda cortada, apareciendo después al Sur del río.

La faja cambriana occidental, es de una extensión mucho mayor que la que acabamos de reseñar; el espesor de sus estratos no baja de 500 metros, y ofrece la misma uniformidad en las rocas que la componen.

En la costa Norte se encuentran, además de las pizarras, con frecuentes intercalaciones de calizas pizarreñas, grandes bancos de otra caliza negra y gris azulada.

Toda la serie de fuertes llamados del Renegado, Isabel II, Francisco de Asís, Piniers y Mendizábal, está edificada sobre las pizarras arcillosas del sistema.

Entre el cuartel del Serrallo y el fuerte de Isabel II, la carretera cruza unas pizarras que tienen los mismos caracteres que las ya descritas, y buzan al Norte, aunque con frecuentes trastornos estratigráficos, y en lo alto del cerro, en donde está situado el fuerte, se inclinan fuertemente al Sudeste, buzamiento general de la formación.

Entre el Serrallo y el fuerte de Mendizábal, cruza las pizarras un filón de cuarzo blanco lechoso, de un metro próximamente de potencia.

En el camino de Kenatar a la Hafa el Uest, en la llamada loma del Collado, se manifiesta con gran claridad el contacto de la formación paleozoica con las micacitas infrayacentes.

Cerca del poblado de Menizla asoma en muy corta extensión, en la ladera de un barranco, un filón de cuarzo con enormes crestones.

Al Sur de Beni Mzala, la faja cambriana cambia de dirección y se tuerce hacia el Occidente, limitada siempre por el estrato cristalino, sin que nos sea posible señalar sus límites, ya que pasada Cudia Federico penetra en el territorio no ocupado.

En esta formación se encuentran los únicos yacimientos minerales de cierta importancia de la región, los filones de antimonio de Beni Mzala, que describiremos en la sección correspondiente de este trabajo.

Contribuye mucho a la aridez y monótono aspecto del campo exterior de Ceuta la extensión de esta formación, que da origen a tierras siempre muy pobres por ser las rocas demasiado silíceas, y aunque blandas, muy resistentes a la disgregación, por efecto sin duda de su gran impermeabilidad.

### Terreno devoniano (1).

Con la descripción del devoniano empezaremos el estudio de las formaciones de la faja que rellena el sinclinal de terrenos antiguos. En esta faja los estratos se interrumpen a cada paso por repetidas fallas y dislocaciones que han ocasionado desgarramientos con multitud de ensanches y estrecheces, arcos, pliegues y torceduras, resultando muchas veces que dentro de un recorrido de 100 metros se presentan repetidas alternancias de tres o cuatro rocas distintas correspondientes a otros tantos horizontes geológicos.

Esto, unido a la ausencia de fósiles de estas rocas, areniscas y conglomerados, que por su naturaleza suelen ser pobres en restos orgánicos, hace muy difícil, por no decir imposible, el delimitar exactamente los terrenos.

De todos los sistemas que constituyen la región que estudiamos, el devoniano es el que menos extensión presenta, pues sólo se pueden señalar dos manchitas próximas una a otra, de desigual extensión; una muy pequeña en la costa Norte junto al arroyo del Renegado, y otra de mayores dimensiones que ocupa parte de la

(1) En una excursión verificada estando en prensa este trabajo, hemos encontrado en los tejares de Ingenieros algunos fósiles, principalmente foraminíferos microscópicos y la *Operculina amonea*, que nos confirman las dudas que ya teníamos sobre la edad de estas manchas, hasta ahora consideradas como devonianas, y nos permite incluirlas en el eoceno.



loma Larga, donde está situada la estación de Radiotelegrafía Militar.

La primera mancha forma una cuña entre las areniscas y conglomerados verdes y rojos, y parece como desgajada de la principal por algún movimiento tectónico. No se encuentra más que una arenisca compacta, arcillosa, de colores grises y amarillentos, sin que en ella hayamos encontrado ningún resto fósil.

La mancha más importante, citada por Fernández Navarro, comprende desde unos 150 metros al Norte de la estación de radiotelegrafía, hasta 300 metros al Sur de la carretera del Serrallo, donde termina, acuñada entre las formaciones más modernas que la recubren. Las rocas, ocultas en general por tierras sueltas, no se manifiestan más que en varias canteras abiertas a izquierda y derecha de la carretera, cerca del tejedor de Ingenieros.

Estas canteras son de areniscas y calizas. Las primeras son compactas, de colores gris oscuro y amarillo, manchadas ligeramente por restos carbonosos y ferruginosos, hay algunos bancos con abundante guijo menudo cuarzoso, pasando la roca a una pudinga de elementos muy pequeños.

En el microscopio, se ve que las areniscas están formadas esencialmente por granos de cuarzo y algunos de feldespatos, cimentados por substancia caliza.

Las calizas son compactas muy impregnadas de arcilla, habiendo algunos lechos margosos entre los bancos más puros.

No se puede medir el espesor de la formación; en las canteras queda al descubierto un conjunto de capas con una potencia que pasa de 10 metros, con buzamiento muy ligero hacia el Sudeste; un poco más al Norte, cambia la inclinación de los estratos que se ponen verticalmente.

Tanto en las areniscas como en las calizas se encuentran multitud de restos carbonosos vegetales y algunas impresiones de conchas imposibles de clasificar. Sin embargo, por el carácter petrográfico y por lo que representan estos fósiles parece posible considerar estas manchas como de edad devoniana, mientras que un estudio detallado del resto de la zona nos permita relacionar

estas capas con algún otro asomo de análogas condiciones, pero mejor caracterizado.

Sería muy interesante poder determinar exactamente la edad y el tramo a que corresponden estas manchitas, pues no deja de ser curioso que se encuentre el devoniano en este punto cuando en toda la extremidad meridional de la Península ibérica no se ha comprobado ningún asomo de este terreno, tan extenso e importante en la región Norte y Noroeste de la Península, pues las manchas devonianas más meridionales de España y casi seguramente de Europa, son las de la provincia de Córdoba y Badajoz.

### **Terreno permiano.**

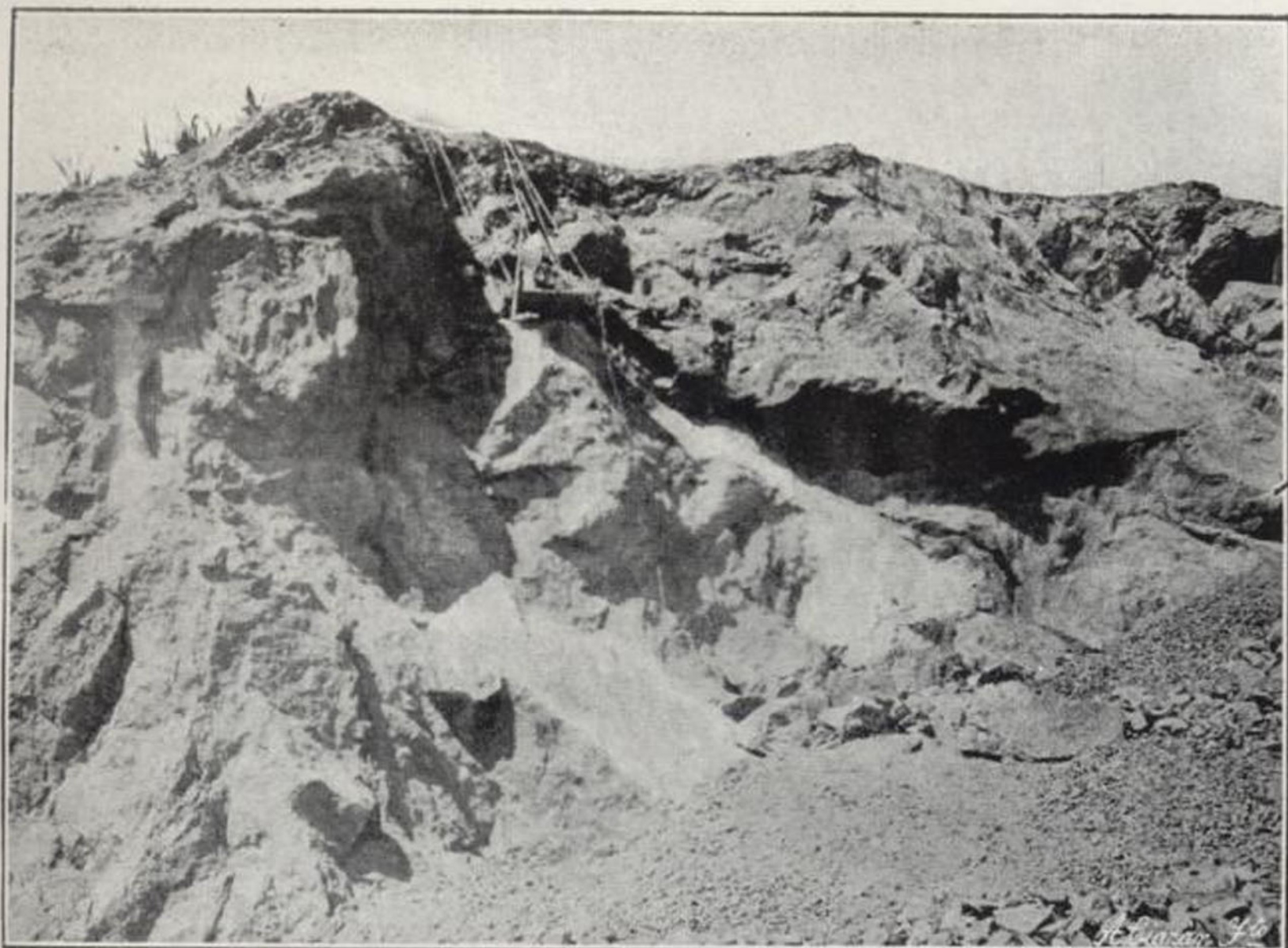
Este sistema, cuya presencia no resulta comprobada de una manera terminante en España, no parece que tenga representación en esta región, pues no hemos encontrado en ella ningún fósil que lo caracterice.

Sin embargo, hemos de consignar que constantemente a lo largo de toda la faja triásica del campo de Ceuta se presenta una serie de conglomerados y brechas de color siempre más o menos verdoso, que por su composición tienen, indudablemente, mucha más relación con los terrenos paleozoicos que con los secundarios. Agrupar esta formación con las areniscas y pudingas triásicas, formando un terreno «permo-triásico», según ha hecho el geólogo Gentil, nos parece un contrasentido, pues no es admisible el reunir, bajo un mismo epígrafe, rocas correspondientes a dos eras geológicas distintas.

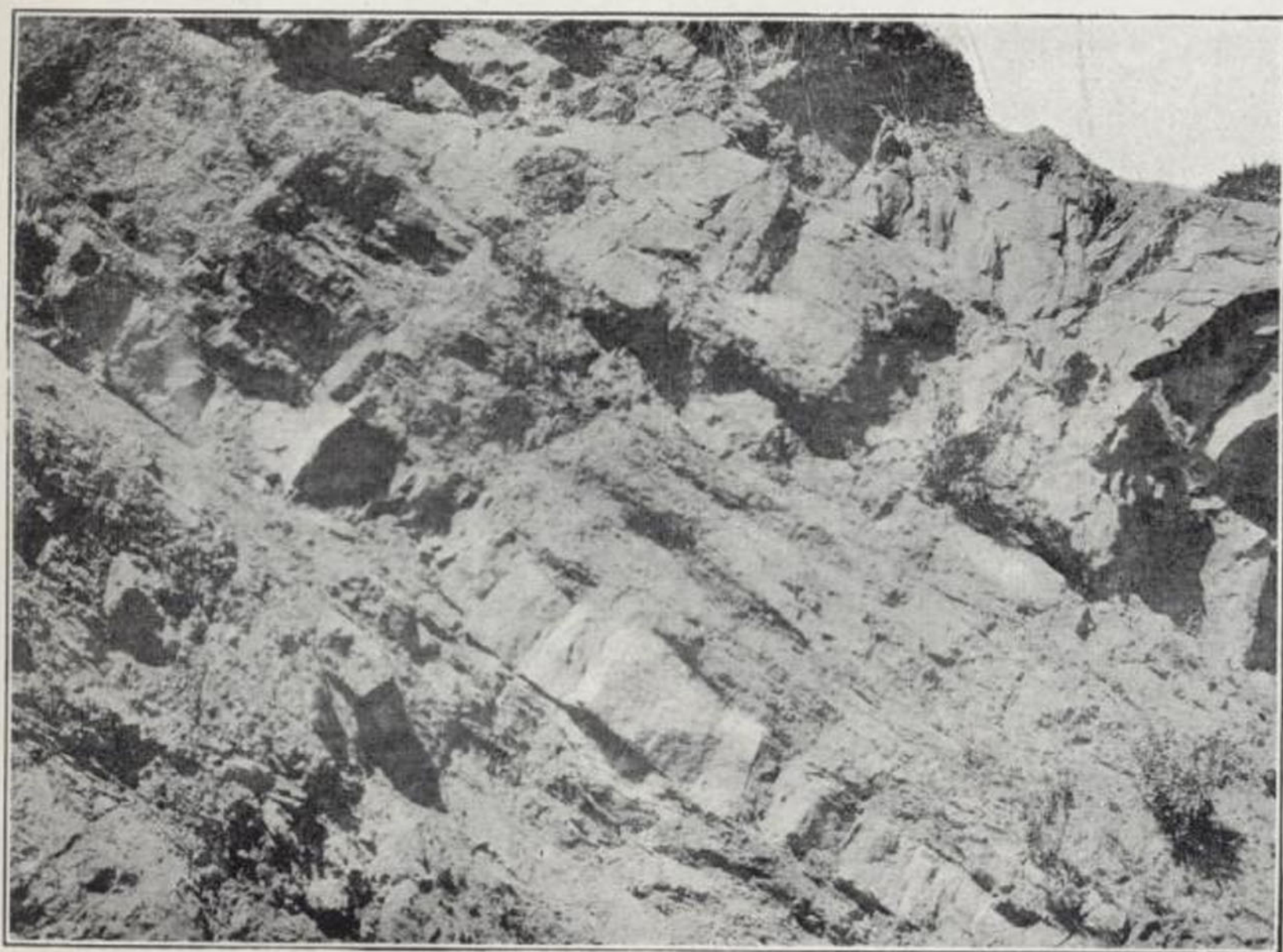
En cuanto a los conglomerados cuarzosos de cemento silíceo y colores rojos vivos que con tanta abundancia se presentan, no creemos deban referirse al permiano, sino al triásico, por más que también tienen esta facies los conglomerados permianos. A esta clasificación nos induce principalmente el interesante estudio de la Serranía de Ronda de los Sres. Michel Levy y Bergeron (1)

(1) *Etude géologique de la Serranía de Ronda.*





PLAYA DE BENÍTEZ: CANTERA ABIERTA EN EL CONGLOMERADO PERMIANO.



PLAYA DE BENÍTEZ: ARENISCAS ROJAS CON MARGAS INTERCALADAS.



quienes, al señalar varias manchas permianas en la provincia de Málaga, lo hacían, a pesar de la ausencia de fósiles característicos, por la identidad de sus caracteres petrográficos con otras manchas de Francia y Sajonia, y consideraban como permianos los conglomerados de coloración roja muy intensa con elementos poco rodados, procedentes casi siempre de las rocas inmediatas, mientras que incluían en el triás las areniscas y conglomerados, cuyos elementos muy rodados consisten, por lo común, en cantos de cuarzo blanco lechoso.

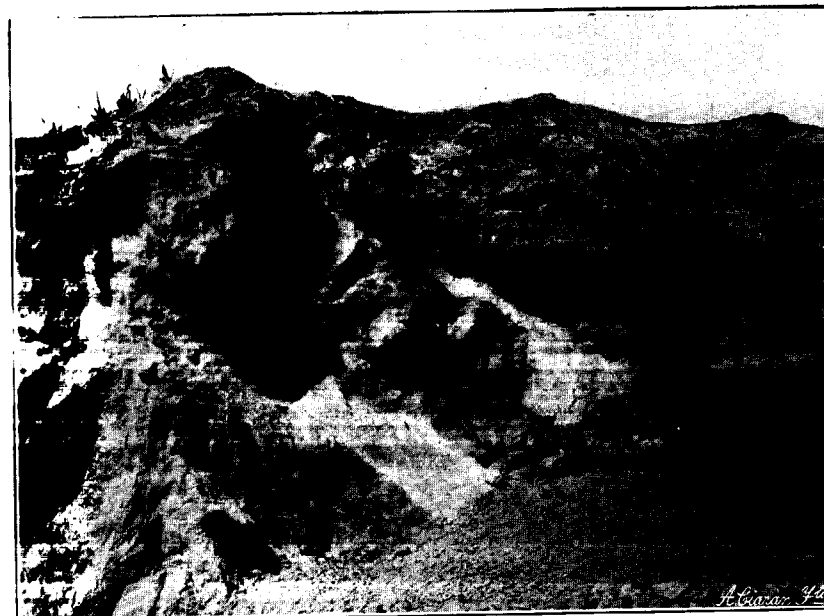
A esta segunda clase corresponden todas las areniscas y puddingas rojas que hemos encontrado, y como triásicas las consideraremos.

También nos hace separar en dos edades estos dos conglomerados de diferente coloración las discordancias que constantemente hemos encontrado en su contacto.

Son varias las manchas que pudieran ser permianas y de muy desigual extensión; pero entre ellas, la de mayor superficie es una que con variable anchura corre desde la costa Norte, donde desemboca en la playa de Benítez, a lo largo del arroyo del mismo nombre, cruza la carretera del Serrallo, cerca de la Mezquita, pasa por el fuerte del Príncipe Alfonso, y termina cerca del campamento de Abarrán, un poco al Sur de la carretera de Ceuta a Tetuán.

En la playa de Benítez, la anchura de la faja no pasa de 400 metros y está constituida exclusivamente por el conglomerado poligénico verdoso, con aspectos muy variables, según el tamaño y proporción de sus elementos. La roca, formada a expensas de los cercanos terrenos antiguos, la forman multitud de trocitos esquinados de pizarra, guijo menudo cuarzoso, y rara vez algún grano de caliza. El cemento es silíceo y muy compacto, por lo general; pero hay sitios donde la roca está muy descompuesta y el cemento es más bien arcilloso.

En una cantera bastante grande que se explota junto a la carretera en la playa de Benítez, es casi imposible distinguir los planos de estratificación de la roca, la cual es más bien una gran



PLAYA DE BENÍTEZ: CANTERA ABIERTA EN EL CONGLOMERADO PERMIANO.



PLAYA DE BENÍTEZ: ARENISCAS ROJAS CON MARGAS INTERCALADAS.

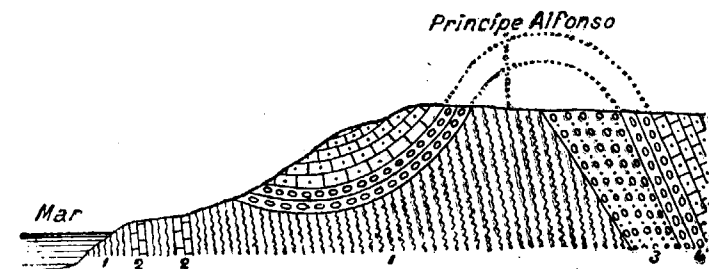
masa, cortada en todos sentidos por repetidas fallas, que un conjunto estratificado. El tamaño de los elementos es muy variable, viéndose al lado de la variedad de grano muy fino, otra que aprisiona grandes cantos de cuarzo lechoso. Al Oeste de la cantera, el conglomerado se esconde bajo la arenisca roja.

Este conglomerado ha sufrido, en algunas zonas, la acción metamórfica de una roca ofítica que lo cruza, formando pequeños diques. La roca hipogénica está muy descompuesta, y tanto ella como el conglomerado adyacente, son de naturaleza terrosa.

Entre la playa de Benítez y el arroyo de la Fuente asoma otras veces, siempre en muy corta extensión, el conglomerado verde, envuelto por las areniscas del triás.

En los desmontes cercanos a un antiguo tejear situado pocos metros al Norte de la carretera del Serrallo, se puede comprobar la extensión y violencia de los movimientos tectónicos que han sufrido los estratos.

Más arriba, cerca ya del cuartel del Serrallo, en un cortísimo espacio, se suceden rápidamente, después del conglomerado, una fajita triásica, luego, unas areniscas devonianas, otra faja triásica, una muy estrecha del conglomerado que suponemos permiano, y por último, las pizarras peleoicoicas.



Corte por la bahía Sur de Ceuta.

1. Pizarras cambrianas.—2. Calizas cambrianas.—3. Conglomerado permiano.—4. Conglomerado triásico.—5. Arenisca roja triásica.

Más al Sur se extiende el conglomerado por ambas laderas de la loma alargada, donde está edificado el fuerte del Príncipe Al-

fonso. Al pie mismo del fuerte atraviesa al conglomerado, un filón de cerca de un metro de potencia de barita blanca cristalizada. Lo mismo en esta loma que en las laderas del arroyo de Las Bombas, se puede apreciar el gran espesor de estas formaciones y la casi completa ausencia de lechos de estratificación, no pudiéndose en muchos puntos determinar el buzamiento de los bancos.

### **Terreno triásico.**

En la faja triásica que hemos señalado en el plano que acompaña a este trabajo, no se encuentran más rocas que las pudingas, areniscas y margas: las dos primeras con extraordinaria abundancia y muy escasas las margas.

Corresponden estas rocas al nivel más bajo de la clasificación alemana, a las areniscas rojas o al subtramo inferior del tramo inferior de los dos en que está dividido el triás en el mapa geológico de España.

El tramo de las arcillas abigarradas falta totalmente, y es de notar que, a pesar de la gran extensión que tiene el triás en la región, no se encuentra ni un banco de yeso ni un depósito salífero.

Pero queda todavía por resolver un problema de grandísima importancia, en lo que se refiere al terreno triásico, y es, si deben considerarse como triásicas las calizas de Yebel Xinder y Yebel Musa, que creemos deben de ser idénticas entre sí, aun cuando no hemos podido examinarlas más que en las laderas de Yebel Xinder y en el Mogote de Benzú. Sus caracteres litológicos son casi idénticos a los de los bancos de caliza, carnioles y dolomías del triás en el Sur de España, donde ha existido esta misma dificultad para poder clasificar la edad de algunas manchas, en particular en la sierra de Gádor, incluida sucesivamente por los geólogos que la estudiaron en el siluriano, carbonífero, devoniano y permiano, hasta que Gonzalo Tarin logró fijar la edad de estas calizas por el hallazgo de fósiles característicos del triásico.

Nada tendría de extraño que algo parecido ocurra con las

calizas que se han referido al liás en esta región, pero el no haber encontrado todavía ningún fósil que permita clasificar de una manera definitiva las de Benzú, nos lleva a respetar la clasificación hecha por los geólogos que nos han precedido.

Por lo demás, también el Peñón de Gibraltar se supone por los que le han estudiado de probable edad jurásica.

Volviendo a la descripción de las rocas, indudablemente triásicas, consignaremos que las pudingas son todas de caracteres muy parecidos, y están formadas por cantos de cuarzo, principalmente blanco y rosáceo, con cemento silíceo unas veces y arcilloferruginoso otras, variando únicamente el tamaño de los elementos y la dureza y compacidad del cemento.

Las areniscas ofrecen mucha mayor variedad, distinguiéndose principalmente dos clases: una en contacto con las pudingas, y que pasan gradualmente a éstas, repitiéndose varias veces esta alternancia, y otra de grano más grueso y de colores más claros, muchas veces blanca o amarilla, tránsito a verdadera arcosa.

Las margas no se encuentran más que en lechos de escaso espesor: unas de color rojo, intercaladas entre las areniscas, y otras grises, de estructura pizarreña, cerca de la base del sistema.

Como ya dijimos al tratar de las manchas permianas, en toda la faja «permo-triásica» varían constantemente la dirección e inclinación de los estratos, por efecto, tanto de los empujes laterales de esa zona, fuertemente comprimida entre dos grandes macizos antiguos, como de las presiones interiores que actuaron en diversos sentidos, desgarrando y plegando los estratos hasta colocarlos en las posiciones más violentas.

En la costa Norte del promontorio de Ceuta, asoma el triás a Poniente de las canteras de conglomerado verde, que suponemos permiano de la playa de Benítez, apareciendo las areniscas rojas en grandes bancos apoyados discordantemente sobre el referido conglomerado.

Las areniscas son de grano mediano, formado por cristallitos sumamente pequeños, de cuarzo hialino, con gran cantidad de laminillas de mica y cemento silíceo arcilloso. Más al Oeste, en la

misma costa, alterna con esta roca una arcosa amarilla y blanquecina, de grano más grueso y cemento arcilloso. Entre estos bancos se encuentran lechos de margas grises y amarillentas de apariencia terrosa.

Con idénticos cambios de aspecto y con la misma variedad de rocas, se encuentran en la costa otros pequeños asomos triásicos, antes de llegar a la desembocadura del arroyo de la Fuente, donde desaparece este terreno definitivamente para dar paso a las pizarras cambrianas infrayacentes.

En la carretera del Serrallo se encuentra el triásico junto a la Mezquita, formando una estrecha faja de areniscas aprisionadas entre el permiano, al Este, y el devoniano, al Oeste; esta faja se ensancha en dirección a la estación de Radiotelegrafía, encontrándose a poca distancia, además de la arenisca, potentes bancos de pudingas, unas veces de grano fino y otras de grandes elementos cuarzosos, de diversos colores, predominando el blanco y róseo.

Entre la Mezquita y el cuartel del Serrallo se encuentran dos fajas triásicas muy estrechas, que alternan en rápida sucesión con los terrenos más antiguos.

Al Sur de la carretera del Serrallo, sigue el triásico entremezclado con los terrenos más antiguos, pero su extensión y potencia es mucho mayor que la de las otras formaciones.

Al principio del barranco de Arcos Quebrados hay abierta un cantera, en la que se explotan, con destino a las obras de fábrica del ferrocarril, las areniscas triásicas que forman una mancha de poca extensión. La roca, en general, es roja, de grano muy fino cemento silíceo, duro y compacto, resultando una buena piedra de sillaría; otros bancos más deleznable y amarillos no tienen aprovechamiento. Los elementos de la arenisca aumentan grandemente de tamaño en algunas zonas, pasando insensiblemente pudingas.

En la cantera, los bancos buzanan suavemente hacia el Sudeste pero en la ladera opuesta del barranco, los conglomerados en potentes crestones alineados de Noroeste a Suroeste, si bien conservan el mismo sentido en el buzamiento, están casi verticales.

Junto al poblado del Príncipe Alfonso vuelven a asomar las pizarras cambrianas infrayacentes, pudiéndose una vez más comprobar el escaso espesor del triásico en la región.

### **Terreno liásico.**

Ya hemos dicho al tratar del sistema precedente las dudas que se ofrecen para aceptar como definitiva la clasificación del terreno liásico, adoptada por los autores que nos han precedido en el estudio de esta comarca, y es de esperar que sucesivas investigaciones, tanto en la zona de Tetuán, como en el macizo del Yebel Musa, nos lleven a encontrar fósiles que de manera fija determinen su edad.

En la faja considerada como liásica de la zona que nos ocupa, se encuentran dos clases de rocas: las calizas y las margas.

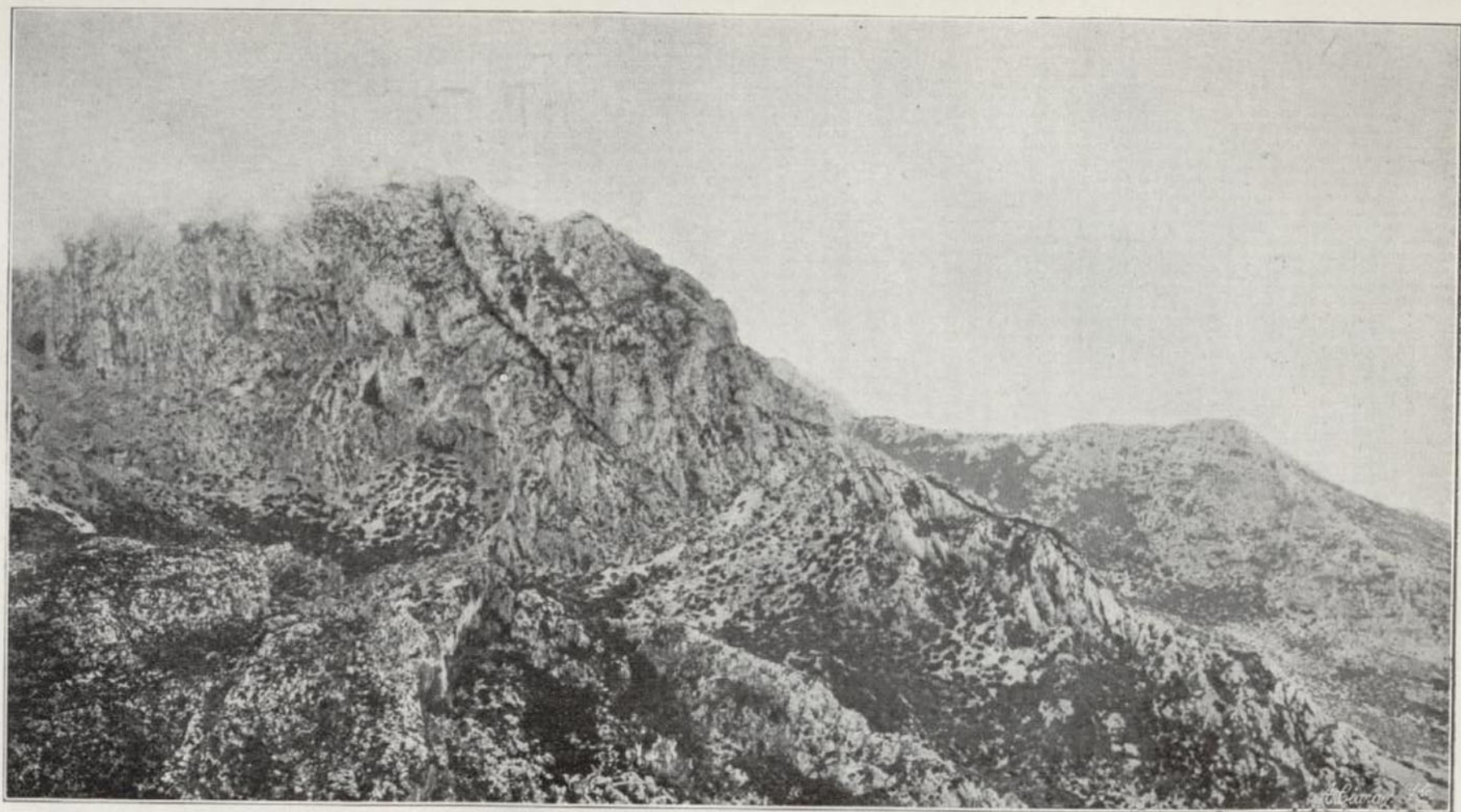
Las primeras son muy arcillosas, distinguiéndose innumerables variedades, según la proporción en que entran sus dos elementos mineralógicos. Frecuentemente se encuentran brechas calizas cimentadas por caliza, verdaderos minolitos formados bajo la acción de presiones violentas.

Menos importancia tienen las margas, que únicamente hemos encontrado en la parte occidental de las canteras de Benzú; son compactas, a menudo pizarreñas u hojosas, de colores amarillo, verdoso o pardo.

En el mogote calizo de la punta de Benzú, están abiertas las grandes canteras para la construcción del muelle de Poniente del puerto de Ceuta y en ellas se puede estudiar perfectamente los caracteres de las rocas que componen el liás.

Las calizas dolomíticas y arcillosas son de colores azulados y pardos y están acribilladas de vetas espáticas, la masa está cruzada en todos sentidos por grandes lisos de resbalamiento, sin que sea posible apreciar el buzamiento de los bancos ni aun en conjunto.

No logramos encontrar ningún fósil, a pesar del minucioso registro de todo el frente de las canteras; únicamente pudimos de-



CUMBRES LIASICAS DEL YEBEL MUSA.

terminar en los bancos más pizarreños algunas pequeñas impresiones de vegetales.

No es de extrañar esta falta de restos fósiles, si consideramos las presiones y movimientos a que ha estado sometida la roca, que al mismo tiempo que pulverizaban y fragmentaban las calizas, destruyeron los fósiles, caso de que la roca los tuviese.

En la parte occidental de la cantera se descubren en un corto trecho las margas infrayacentes, tapadas en casi todo el resto del frente por los derrumbamientos de las calizas, producidos en las grandes voladuras para explotar la cantera.

El Sr. Fernández Navarro (1), después de consignar que el mogote de Benzú corresponde a la misma formación que el Yebel Musa, supone un transporte en masa o corrimiento que hubiese hecho resbalar este macizo desde su posición primitiva hasta el borde del mar. Un hecho que le parece confirma esta opinión es la presencia de las brechas de fragmentos calizos en la base de la montaña.

Sin embargo, a nuestro entender, el fenómeno es más complejo, pues sin negar la existencia de tal corrimiento, debió también contribuir a este desplazamiento la gran falla que describimos al estudiar la formación estrato-cristalina y que tan claramente se observa en el camino que de la posición A conduce a Yebel Xinder.

Esta falla, que corre desde cerca del fuerte de Anyera hasta desembocar en el mar en el extremo oriental de la bahía de Benzú, no solamente ha ocasionado el corrimiento lateral de las grandes crestas de cuarcitas del estrato-cristalino, sino que además ha desplazado la masa de Benzú, haciéndola salir de la alineación de los bancos calizos, marcada por las crestas del Xebel Xinder y avanzar hasta la costa.

En la falda oriental de la sierra del Yebel Xinder, las mismas calizas de Benzú se apoyan discordantemente sobre las micacitas estrato-cristalinas, y los argilofiros que han atravesado las rocas

(1) *Yebala y el bajo Lucas*, pág. 124.



CUMBRES LIASICAS DEL YEBEL MUSA.



antiguas han ejercido a su vez intensa acción metamórfica sobre las calizas. Estas últimas, en el contacto con las micacitas, al Sur del reducto de Yebel Xinder, son dolomíticas, cristalinas, moradas y pardas, y completamente distintas de las del resto de la sierra, pero a los pocos metros cesa la acción metamórfica y se vuelve a presentar la caliza con sus caracteres normales.

En la cumbre de la sierra, grandes grietas abiertas por las repetidas fallas que cortan la formación y agrandadas por las aguas que han disuelto al recorrerlas el carbonato de cal de las paredes, dan aspecto cavernoso a la montaña. En otras grietas se ven travertinos, verdaderos mármoles de aguas con espesores hasta de 50 centímetros. En otros puntos se encuentran, dentro de las grietas, núcleos pequeños de hematites roja.

Con los mismos caracteres sigue la formación secundaria hasta el Yebel Hafa el Uest, donde queda interrumpida por las micacitas, que forman como una silla entre los dos cerros de Hafa el Uest.

En el del Sur de Hafa el Uest, completamente envuelto por el estrato cristalino, alcanza el lías su mayor altitud y llega a 480 metros.

Al Oeste de Hafa el Uest, el estrato-cristalino no forma más que una estrecha faja, pues vuelven a aparecer en el Dahar Yuahel las grandes crestas de caliza liásica, al parecer enlazadas ya con el macizo del Yebel Musa.

El cordón liásico de Benzú, Yebel Xinder, Peña del Esclavo y Hafa el Uest, se interrumpe al Sur de este último pico, pues la serie de montes alineados transversalmente a esta dirección desde Afersiuan hasta Cudia Federico, corresponden a la formación cambriana.

### **Terreno eoceno.**

En la extremidad Sur de la zona objeto de este trabajo, entre el campamento de Dxar Rifien y los blocaos de Haydra, se extiende una llanura ondulada formada por margas oscuras, entre las cuales asoman algunos crestones de areniscas y bancos de caliza arcillosa.

Esta formación la hemos considerado como eocena, en vista de que tiene los mismos caracteres que el terreno de la misma edad de la costa atlántica y región de Tánger.

En otra excursión, según avancen nuestras investigaciones hacia el Sur, haremos su estudio litológico y trataremos de determinar el nivel estratigráfico a que pertenece.

### Terreno plioceno.

Únicamente hemos encontrado dos manchitas pliocenas de escasa extensión y espesor situadas entre la carretera de Ceuta a Tetuán y el mar, a corta distancia al Norte del llano de los Castillejos. El terciario forma una meseta que alcanza una altura de 50 metros sobre el nivel del mar; sus estratos completamente horizontales cubren los grandes bancos de arenisca triásica que aparecen al descubierto en las laderas de los barrancos que surcan la llanura. El arroyo de Abarrán, excavado en las areniscas del triás, interrumpe la continuidad de la formación dividiéndola en dos manchas casi de igual extensión.

El plioceno de la comarca está constituido por arcillas plásticas, distinguiéndose entre sí los bancos, según que las arcillas sean más o menos sabulosas.

Las arcillas de este sistema suelen ser de color gris azulado; pero es frecuente que al oxidarse por la acción de los agentes atmosféricos se vuelven amarillas a causa de la descomposición de las partículas diminutas de pirita de hierro que suelen encerrar en su masa. En las canteras donde se explotan estas arcillas, está la descomposición tan avanzada que no llega a encontrarse la roca sana infrayacente.

Las arcillas son completamente iguales a las que se encuentran en nuestro litoral del Mediodía, y lo mismo que éstas corresponden al tramo sub-apanino o plasenciense.

En la fábrica de cerámica de los Castillejos se explota con un frente de tres metros de altura, un banco de arcilla amarilla apoyada discordantemente sobre las arcosas triásicas. En la parte

superior del banco se encuentran incluidos en la masa arcillosa algunos trozos de rocas paleozoicas, así como guijo cuarzoso y cantos de arenisca roja procedentes de los cercanos materiales triásicos.

Abundan en las arcillas los fósiles, encontrándose con más frecuencia los moldes de *Pecten opercularis* Lin., *Chlamys exisus* Born., *Cancellaria varicosa* Broc., etc., así como algunos tallos vegetales. Es muy difícil la determinación de las especies a que pertenecen estos restos, pues al secarse y desmoronarse las arcillas se borran los detalles de los moldes que contienen.

### Terreno cuaternario.

Los sistemas diluvial y aluvial están muy pobremente representados en la región, y los escasos mantos de tierras diluviales que hemos encontrado en el transcurso de nuestras exploraciones, tienen tan pequeñísima extensión y tan escaso espesor, que a cada paso asoma la formación infrayacente, y por esto hemos preferido no señalarlos en el mapa que acompaña a este trabajo.

La falta de hondonadas extensas y valles de laderas poco pronunciadas, ha impedido que los derrubios de las sierras arrastrados por las aguas se depositasen formando llanuras cubiertas de fértiles tierras, siendo esta la causa principal de la pobreza agrícola de la región.

Solamente en las faldas de los montes correspondientes a la formación cambriana, menos pendientes que las de los terrenos arcaicos y secundarios, se encuentran algunas manchitas cuaternarias que proceden del derrubio de las rocas paleozoicas y se componen esencialmente de tierras arcillosas con cantos de cuarzo; llama desde luego la atención el color rojo de estas tierras que por su viveza ha dado el nombre a la Punta Bermeja.

A excepción del llano de los Castillejos, el aluvial tiene escasa importancia en el resto de la región, como es lo natural, dado el escaso caudal de sus ríos, la mucha pendiente de los cauces y la poca extensión de los valles.

Los aluviones del Uad el Fenidak, o río de los Castillejos, forman una llanura comprendida entre el mar y el punto de unión de los arroyos de Beni Mzala y Menizla. Son de naturaleza arcillo-sabulosa, con abundante guijo menudo cuarzoso. Indudablemente estos terrenos, hoy incultos, pudieran fácilmente transformarse en una vega que se podría regar con las aguas del mismo río, que, si bien disminuye mucho de caudal en el estiaje, no llega nunca a secarse.

El arroyo de las Bombas no tiene aluviones antiguos y los actuales quedan reducidos a los cantos que forman el pedregoso cauce del riachuelo, muy caudaloso en la época de las lluvias y seco en verano.

Lo mismo sucede con los demás arroyos que se encuentran en el territorio.

### YACIMIENTOS MINERALES

Al describir las distintas formaciones geológicas del territorio, hemos citado las especies mineralógicas que en él se encuentran; hematites en el estrato cristalino, calcopirita y mispiquel en el gneis y en la peridotita, carbón entre los materiales paleozoicos, etcétera, pero únicamente merecen estudiarse desde el punto de vista de la minería, los criaderos de estibina de Beni Mzala conocidos hace ya mucho tiempo y que fueron objeto de una activa explotación por los moros, principalmente de la familia del Valiente, que extraían el mineral de las bolsadas superficiales y lo vendían en la plaza de Ceuta para su exportación a Inglaterra.

El criadero de antimonio es un potente filón capa que se dirige del Nordeste al Sudoeste encajado entre las pizarras y calizas cambrianas. Su verdadera longitud es desconocida, pues son muy escasas las labores que en él se han efectuado, y éstas han tenido más bien por objeto una desordenada explotación del yacimiento que no su investigación; sin embargo, hemos podido comprobar que se extiende desde unos centenares de metros al Norte del camino de Kenatar hasta el arroyo de Menizla muy cerca de dond

estuvo el poblado del mismo nombre, es decir, que abarca una longitud de cerca de tres kilómetros.

En el camino de Kenatar, que conduce desde el Jandak de Abarrán a la Hafa el Uest, hay unas grandes labores donde se explotó a cielo abierto el filón capa. Las paredes de estas labores se han hundido, por lo que no pudimos reconocer los caracteres ni la metalización del criadero, pero nuestro guía nos trajo muestras de estibina de un afloramiento muy cercano con un espesor de 10 a 15 centímetros de extraordinaria riqueza.

Más al Sur, en las laderas del cerrillo de Beni Mzala, se encuentran a corta distancia, aguas abajo del poblado, varias labores superficiales y una pequeña galería abierta en el filón capa. Éste, encajado entre las pizarras y calizas cambrianas, tiene casi un metro de potencia con relleno de calcita y gredas; dentro de él hay varias vetillas de estibina, pero el mineral diseminado en las calizas únicamente se presenta puro en muy contados sitios; hay que tener en cuenta que indudablemente las partes más ricas del criadero las arrancaron no dejando más que los minerales más pobres e impuros.

Acompaña al antimonio algunas muestras de minerales de cobalto.

Un poco más arriba de estas labores, casi en la cumbre del cerro, se explotó el filón a roza abierta en una larga trinchera.

Trozos de escoria que se encuentran todo a lo largo del arroyo que pasa al pie de las calicatas, demuestran que en pasados tiempos se fundieron estos minerales en la misma localidad.

Más al Sudoeste, en las laderas de la margen izquierda del arroyo de Menizla, afluente del Beni Mzala, se ha explotado también este mismo yacimiento en una pequeña galería. El filón es en este paraje más potente, y su relleno, muy arcilloso, no contiene más que pintas del mineral.

## ZONA DE TETUÁN

---

### **Descripción geográfica.**

Nos proponemos describir en el presente trabajo el valle del río Martín y la faja costera limítrofe comprendida entre el cabo Negro y el río de los Castillejos, zona esta última enlazada con la de Ceuta, ya descrita anteriormente (1). Con esto quedará completo el estudio geológico de todo el terreno que ocupamos actualmente en la península del Norte marroquí.

El valle del río Martín o Uad bu Sfahi comienza en los llanos de Dxar Lauzién, donde se unen las tres principales corrientes tributarias del río en sus primeros kilómetros; este valle es de anchura bastante grande y está comprendido entre colinas de poca altura, pero al llegar a Tetuán se estrecha, encajonado por elevadas sierras calcáreas. La parte angosta del valle queda limitada a la zona de la ciudad, pues inmediatamente después se extiende notablemente y uniendo sus aluviones a los del ex-Xerra y Uad Lila dan lugar a la gran llanura de la vega de Tetuán.

Esta llanura, en gran parte pantanosa, y sometida periódicamente a fuertes inundaciones se halla interrumpida únicamente por el pequeño cerro de Dxar Esquirix y limitada por la parte de la costa por una barrera de médanos; tiene unos 50 kilómetros cuadrados de extensión superficial.

A Poniente del valle del río Martín se extiende una región

---

(1) Zona de Ceuta.

montañosa, formada por colinas de poca altura, de pendientes en general suaves, y toda ella bastante bien cultivada. En esta región, además de varios valles estrechos y de mucha pendiente, como sucede con los del Uad Agras y Uad ex-Xekor, se encuentra el gran valle del Jemis, que con dirección al Mediodía corre al Oeste de la cadena montañosa del Hhauz.

Junto a la población de Tetuán, enclavada en la falda meridional del Yebel Darsa, queda interrumpido el eje calcáreo de la península del Norte marroquí, pues el valle del río Martín separa los dos grandes relieves de la zona, el citado Yebel Darsa, extremidad meridional del gran macizo de la sierra del Hhauz y las sierras de Beni-Hhozmar, enlazadas, según los contados exploradores que visitaron esa región, en el Yebel Kelti o monte Anna, con la cadena rifeña.

El macizo del Yebel Darsa, de laderas muy escarpadas y cumbre casi horizontal, forma un circo abierto hacia el Sudoeste, que rodea el poblado de Samsa y vierte las aguas en el pequeño río del mismo nombre. Por el contrario, el macizo montañoso de Beni-Hhozmar está formado por un gran número de montañas de diferentes alturas, surcadas en todas direcciones por infinidad de barrancos y torrentes que dan origen a varios ríos que desaguan en el Martín.

Al Oeste de Beni-Hhozmar, una vez pasado el estrecho valle del río Hayra, empieza el terreno a elevarse de nuevo para formar las montañas de la cabila de Beni-Ider.

A Levante del macizo de Beni-Hhozmar, entre el río Quitzán y el mar, se encuentra una serie de colinas bajas, cerca del río Martín, que van siendo más elevadas, según nos vamos alejando del valle, y que, conservando alturas siempre menores que las de Beni-Hhozmar, forman, por efecto de la pendiente de sus laderas y lo profundo de sus valles, un terreno de lo más abrupto que se puede imaginar.

Entre los ríos Martín y Lila se elevan los primeros contrafuertes de la sierra del Hhauz y en armonía con su composición petrográfica se pueden distinguir en ella dos horizontes geológicos: el pri-

mero y más bajo, formado por colinas de formas redondeadas, correspondientes a las formaciones más antiguas, y el otro, más elevado, de grandes crestas calizas de formaciones más modernas.

El macizo montañoso de cabo Negro, Ras Tarf o Cudia Taifor forma el rasgo orográfico más saliente de la costa mediterránea de la península Norte marroquí; enlazado con la sierra del Hhauz por los últimos cerros de Cudia bu Zeguelet, corre con alturas hasta de 300 metros en dirección de Este a Oeste, hasta terminar sobre el mar en los acantilados del cabo. Junto al Rincón de Medik, el estrecho paso llamado el Desfiladero, separa la parte continental de la peninsular de este macizo. Esta circunstancia, como también la composición geológica, la alineación de sus sierras, etc., determinan una notable semejanza entre este promontorio y el de Ceuta.

Al Norte de cabo Negro se encuentra la faja costera, de gran interés geológico que enlaza las zonas de Tetuán y Ceuta; pero como los fuertes militares más avanzados se encuentran a escasa distancia de la costa, hemos tenido forzosamente que limitar nuestras observaciones a un territorio de muy poca extensión.

Dentro de esta faja, tanto el río Smir como el Negro, terminan su curso serpeando entre grandes marismas y lagunas pantanosas que limitan la región del macizo del Yebel Zenzem.

Desde la misma playa se va elevando el terreno, suavemente al principio y bruscamente después, hasta llegar al Zenzem, macizo aislado, paralelo a la costa, y separado de la cadena montañosa del interior por el valle del Uad Mesnoa.

Todas las aguas de las zonas que se han descrito, vierten al Mediterráneo, y la mayor parte del terreno corresponde a la cuenca del Martín, único río de importancia en la región.

Al Martín afluyen tres ríos de desiguales caudales: el Jemis, el ex-Xek y el Hayra, que se unen en los llanos situados al Sur de los montes de Lauzién. El primero tiene su nacimiento al Noroeste de Tetuán, en las intrincadas montañas de Anyera, y recorre hasta el puente de Busfeja el amplio valle del Jemis, orientado casi de Norte a Sur, recibiendo como afluente, además del río

Agraz, multitud de arroyos de caudal grande en invierno, casi secos en verano, entre los cuales merecen citarse los de Lehra, Zaidina y Harkus; al Jemis no solamente afluyen las aguas de la parte central de la cabila de Anyera y de la vertiente occidental del Hhauz, sino que por medio del Agrás recibe las de la parte meridional de la gran cabila de Uad Ras.

El río ex-Xekor se une al Jemis aguas abajo del puente de Busfeja y forma el límite entre los territorios de Uad Ras y Beni-Ider.

El tercer afluente del río Martín, el río Hayra, tiene su nacimiento muy al Sur de la zona de Tetuán y corre por una comarca completamente independiente y que no ha sido posible visitar.

El macizo calcáreo de Beni-Hhozmar, vierte sus aguas directamente al río Martín por los arroyos de Xemelal, Tazarín y Mer, o a los ríos de Quitzán y Bu-Maaza, afluentes del río Martín.

Por su margen izquierda no recibe el Martín más afluentes que el Samsa y el ex-Xerra; el primero procedente de las vertientes meridionales del Yebel Darsa, el segundo de las septentrionales.

La cuenca del Uad el Lila se encuentra un poco al Norte del río Martín; el Lila nace al pie de la sierra del Hhauz, y, después de correr por un terreno llano, se pierde en las marismas que rodean a las salinas de Beni-Zalem.

Entre el cabo Negro y el río de los Castillejos desembocan dos ríos, el Smir y el Negro, de los cuales no pudimos recorrer más que la última parte de su curso, en donde forman una serie de lagunas y pantanos, quedando interrumpido su desagüe por la barrera de médanos o dunas que corre a lo largo de la costa.

Entre el Smir y el Negro desembocan directamente al mar una serie de arroyuelos de tan escasa longitud y caudal que no merecen citarse sus nombres.

La zona de Tetuán tiene muchas más tierras susceptibles de cultivos variados que las otras que forman el Protectorado. El espacio comprendido entre el casco de la población y el río Martín así como la primera parte del valle de Quitzán, está lleno de frondosas huertas, donde abundan toda clase de árboles frutales, e

especial naranjos y granados, y si bien por efecto de los combates que siguieron a la ocupación militar de la ciudad quedó destruída gran parte de estas fincas, aun se puede admirar el esmero con que se cultivaban.

El resto del terreno que rodea a Tetuán es casi estéril, pues las masas calcáreas del Darsa y Beni-Hhozmar son impropias para todo cultivo por la naturaleza de su suelo, y únicamente en la segunda sierra se encuentran algunos bosques, que cubren las partes menos abruptas.

Las montañas de Beni-Madán, formadas por un suelo pizarroso, también constituyen un terreno muy pobre, cubierto de jaras, lentiscos y madroños, donde sólo pastan algunos ganados de cabras y piaras de jabalíes. Lo mismo sucede con el macizo de Ras Tarf, si bien esta tierra es algo más rica en hierro y fósforo que la de Beni-Madán, y sus laderas podrían dedicarse a algún cultivo, tal como el de la vid.

La llanura tetuaní está formada por tierras que, inundadas en gran parte del año no pueden ser objeto de cultivo; pero sería empresa de provechoso resultado y de no difícil ejecución la de defender la llanura de las crecidas del Martín y del Lila, con lo que se lograría convertir estas tierras, formadas por limos aluviales y muy fértiles, en una hermosa vega de huertas, cuya extensión sería de unas 5.000 hectáreas.

Al Norte de cabo Negro, dentro de la zona ocupada, el terreno cultivado es muy reducido, quedando limitado a las faldas del Zenzem, donde alternan con tierras arcillosas que dan terrenos muy fértiles, grandes bancos de arenisca, que por su descomposición dan lugar a unas tierras sabulosas muy pobres, cubiertas de monte bajo.

Por último, los terrenos situados al Oeste de los macizos calcáreos de Beni-Hhozmar y el Hhauz, en las cabilas de Beni-Ider, Uad Ras y Anyera, pertenecen a la misma edad geológica que los de la casi totalidad de la zona atlántica del Protectorado español, y como éstos, forman vegas arcillosas sumamente fértiles, en que se entremezclan los detritus de la margas infrayacentes con man-

tos diluviales y aluviones muy cargados de humus. Únicamente las cumbres de los cerros, formados por grandes masas de arenisca, constituyen un terreno más pobre, cubierto de bosques de enormes acebuches. En los valles se cultiva por los indígenas la cebada, el «addora» o mijo y, en menor escala, el trigo. La riqueza pecuaria también es de importancia, especialmente en ganado vacuno y cabrío, si bien las razas, faltas de una cuidadosa selección y de cruzamientos acertados, están muy degeneradas, y la mayoría de los ejemplares son verdaderamente raquíticos.

### DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

Los primeros estudios geológicos efectuados en esta zona se deben al geólogo francés M. Coquand, que la visitó en el año 1847; después, el explorador H. Oskar Lenz, en 1879, recorrió la región; pero los estudios de ambos fueron muy someros, y se concretaron a las inmediaciones de la población.

Más recientes son los trabajos de M. Louis Gentil (1), Miembro de la Comisión francesa del Marqués de Segonzac, y de don Lucas Fernández Navarro (2), enviado por la Real Sociedad Española de Historia Natural; ambos practicaron algunos itinerarios geológicos muy interesantes, y el primero, aprovechando una época de relativa tranquilidad entre los cabileños, pudo emprender algunas excursiones por el macizo de Beni-Hhozmar, que no se han podido repetir por ninguno de los geólogos que han visitado la región.

Considerada en conjunto, la geología de la zona de Tetuán es muy sencilla, y nos muestra claramente la constancia con que se repite la estructura uniclinal en la península del Norte marroquí, pues según se cruza de Levante a Poniente, desde la costa mediterránea a la atlántica, pasando por Tetuán y el Fondak de Ain Yedida, se ven representados en orden cronológico ascendente los

(1) *Dans le Bled es Siba*, 1906.

(2) *Yebala y el Bajo Lucus*, 1914.

diferentes sistemas geológicos, desde el estrato-cristalino hasta el plioceno.

En efecto; lo mismo que en el Acho de Ceuta, se presenta junto al mar, en Tetuán, el mogote arcaico de cabo Negro, y como testigos aislados aun vuelven a aparecer las micacitas de esta formación en el cerrete de Dxar Esquirix, que se eleva a pocos metros de altura sobre las márgenes de Uad el Lila; más al Sur no conocemos ninguna mancha de este terreno; pero nada tendría de extraño que pasado el cabo Mazari se encontrase algún otro asomo arcaico debajo del cambriano.

Mayor extensión y espesor tiene el cambriano, pues al Norte de cabo Negro aparecen dos manchas de este terreno, una en la costa, entre la Restinga y la desembocadura del río Smir, y otra entre el Zenzem y el valle del Smir, sin que hayamos podido fijar sus límites occidentales. En ambas, además de las pizarras propias de la formación, se encuentran bancos de caliza y pizarras calcáreas. Al Sur de cabo Negro el cambriano forma una faja, paralela a la costa, cuya continuidad queda rota por la gran escotadura del golfo tetuani.

Encima del cambriano, formando varias manchas aisladas, aparecen las masas de conglomerados que M. Gentil calificó de permianos, clasificación que nosotros también admitimos provisionalmente mientras no se encuentren nuevos datos que induzcan a incluir este terreno en otro sistema geológico. Estos conglomerados aparecen contando de Norte a Sur por primera vez en Dxar Esquirix, en contacto con el estrato-cristalino; vuelven a encontrarse apoyados en el cambriano, junto a la Torre de Kalalín y Malalién, y aparecen formando una fajita al pie del Darsa, entre Dxar Murcia y Tetuán.

Al Sur de río Martín el permiano tiene mayor extensión; una mancha de forma prolongada se extiende desde el río Quitzan hasta Dxar Tazrut, mientras que al Sur de Quitzan otra, de longitud desconocida todavía, bordea el macizo de la sierra de Mok-Dasen.

Todos los terrenos primarios que hemos encontrado en la zona

se encuentran al Este del meridiano de Tetuán; pero ya en las proximidades de la población empiezan a aparecer los macizos secundarios, los cuales, formando una faja discontinua, orientada de Norte a Sur, determinan el eje de la Península.

Por primera vez aparece el triás en un asomo de pocos metros cuadrados de superficie, junto al pie de las lomas de Malalién.

Con mucha mayor extensión se presentan dos manchas de este terreno a ambos lados del río Martín; la primera, al Norte de Tetuán, llega desde la misma población al valle del Uad bu Zafa; la segunda cruza el río Quitzan, comprendida entre la faja permiana y el macizo liásico de Beni-Hhozmar.

Los relieves orográficos de mayor importancia de la región corresponden a los grandes macizos liásicos de la sierra del Hhauz, Yebel Darsa y Beni-Hhozmar, cortados en una extensión que no llega a tres kilómetros por el valle del río Martín.

Al Oeste del meridiano de Tetuán no hemos encontrado más que terrenos terciarios en todo el largo itinerario de Tetuán a Tánger, siguiendo el camino del Fondak de Ain Yedida y Dzar Zinat; sin embargo, otros geólogos que han recorrido la sierra de An yera, al Norte de este itinerario, sostienen haber encontrado pizarras paleozoicas a Poniente de las sierras del Hhauz.

Vemos, pues, que el eoceno de la costa atlántica penetra formando un profundo golfo encajado entre las sierras liásicas hasta llegar, por frente a Tetuán, al Dzar Beni-Zalah.

El terreno, surcado por los ríos Martín, Hayra, Xekor, Agras Jemis, corresponde al eoceno, excepción hecha de las mesetas miocenas de Lauzién y Samsa y de los aluviones de los valles.

Independientemente de ésta se encuentra otra mancha eocena de gran importancia al Norte del Smir, en el Zenzem.

Las manchas miocenas, con sus estratos en violenta discordancia con el eoceno, dan testimonio de una extensa formación alcanzó gran desarrollo, y que, formada por rocas muy delezables, ha sido derrubada casi por completo, siendo sus materiales arrastrados hasta el mar.

Como accidente geológico de importancia secundaria, consignaremos que, el relleno del valle del río Martín, está formado por las arcillas plasencienses junto a las puertas de Tetuán, y esto indica que, lo mismo que en Tánger y Alcazarquivir, hubo aquí un golfo plioceno que avanzó hasta la ciudad. Después los materiales pliocenos han sido arrastrados en su mayor parte por las aguas del río, y la formación terciaria ha quedado cubierta, no solamente por los aluviones de los ríos Martín y Lila, sino por los depósitos marinos pleistocenos, acusados por la presencia de multitud de conchas marinas en todo el valle del Lila. Esta misma formación marina la encontramos también al Norte de cabo Negro al reconocer unos pozos abiertos en los limos aluviales del Smir.

El terreno cuaternario se halla representado en Tetuán por grandes masas de travertinos y tobas, sobre las cuales está edificada la población, y en los ríos Martín, Lila, Jemis, Quitzán, Smir y Negro por extensas llanuras de aluviones, convertidas en frondosos huertos, unas veces, y otras sin desecar, formando extensas llanuras pantanosas.

Una vez hecha a grandes rasgos la descripción geológica de la región, pasemos al estudio de los diversos terrenos.

### **Terreno estrato-cristalino.**

Este terreno no aparece en toda la Península más que en dos promontorios de la costa mediterránea: el del Acho, ya descrito al tratar de la zona de Ceuta, y el de cabo Negro, situado al Sur del Rincón de Medik.

El cabo Negro o Ras Tarf es la última estribación de una sierra que se separa casi normalmente de la del Hhauz con dirección Este a Oeste, dividida en dos partes por el desfiladero del Rincón de Medik, paso obligado de la carretera y del ferrocarril de Ceuta a Tetuán.

Al Este de la carretera se encuentra el núcleo montañoso del cabo Negro, formado por un sinnúmero de cerros de diferentes alturas, surcados en todos sentidos por torrentes, barrancos y ca-



ñadas, terreno por demás intrincado y abrupto, cuyo punto culminante es el agudo pico de Cudia Taifor (310 metros).

La vertiente Norte y la punta o cabo (Ras Tarf) son de laderas mucho más abruptas que las de la vertiente Sur, y desaguan en el mar, mientras que esta última vierte al valle del Lila. En el cabo se manifiestan unos acantilados completamente verticales, cuya altura está comprendida entre 100 y 150 metros.

En las laderas está la roca cubierta por un manto de tierra, que en algunos sitios alcanza casi tres metros de espesor, y en la que se desarrolla frondosísima vegetación de jara, alcornoque, madroños, etc., que contribuye eficazmente a conservarle.

Al Oeste de la carretera de Ceuta a Tetuán se encuentra la serreta de bu Zeguelet, alineada de Este a Oeste, y de altura mucho menor que la de Cudia Taifor. La vegetación es aquí mucho menor que en la parte del cabo, pues la capa de tierra que descansa sobre la roca está cubierta en gran parte por grandes cantos de gneis y guijos cuarzosos abundantísimos, procedentes de la desagregación de multitud de filoncillos y vetas de cuarzo comprendidos en la formación arcaica.

Siguiendo la clasificación adoptada por el Sr. Mallada para el estrato-cristalino en España, se ofrecen en la mancha de cabo Negro, si bien con muy desigual extensión, los términos segundo y tercero de la serie. El segundo «gneis amigdaloide, con caracteres muy uniformes y grandes espesores», no se encuentra más que en la falda Sur de Cudia Taifor, mientras que el tercero «gneis micáceo, acompañado de otras variedades», se nos ofrece en todo el resto del promontorio.

El gneis es la roca que forma toda la sierra del cabo Negro, presentando esta mancha arcaica mucha mayor homogeneidad en su composición que la de Ceuta.

El gneis del nivel inferior no se encuentra más que en las laderas meridionales de Cudia Taifor y en los acantilados situados al Sur de la torre de cabo Negro; es, en general, muy cuarzoso, blanquecino, con grandes granates descompuestos que tienen de manchas ferruginosas. Lo hay también turmalinífero, co

grandes cristales de este mineral y abundante feldespató blanco.

Por último, casi en el llano del río Lila se nos ofrece un gneis formado por cuarzo y feldespató, ambos de color blanco lechoso; la roca, muy fracturada en todos sentidos, se desmenuza en prismas de aristas cortantes.

Las capas de esta formación del nivel inferior buzan unos 45° al Noroeste, y sirven de apoyo al otro tramo.

Junto al campamento del Rincón de Medik, en la costa Norte del cabo, asoman gneis arcillosos muy descompuestos, que en la superficie cubren a las otras variedades más duras. En los acantilados de la costa, que tienen muy poca altura, no se descubre la roca sana; pero en una cantera donde alcanzan los frentes del tajo hasta 20 metros, la costra del gneis descompuesto tiene en algunos puntos cinco y seis metros de espesor. En Cudia Zeguelet se encuentra también en varios sitios, generalmente en los barrancos, la variedad de gneis arcilloso descompuesto, que en la superficie está cubierto de una capa de tierras arenosas con guijo cuarzoso. En algunos puntos los guijos son tan abundantes, que llegan a formar un verdadero manto.

En la falda Norte de Cudia bu Zeguelet los gneis son algo más compactos, y es frecuente que los filones de cuarzo ofrezcan afloramientos ferruginosos. Más al Norte, en el llano del río Smir, la roca es muy hojosa.

En la cantera de Cudia Taifor se explota el gneis para el afirmado de la carretera, y se pueden distinguir varias clases de roca; en general es gris, de grano fino, muy compacta, estructura lamelar y muy cargada de mica bronceada. Otras veces es de color morada, muy blanda y arcillosa.

Abundan las vetas y nódulos de cuarzo y láminas verdes de bastita. Atraviesan la roca algunos filones, encontrándose vetillas de pirita ferrocobrizada y algunas pintas de galena diseminadas en el cuarzo.

Localmente se encuentran concentraciones de greisen, con grandes láminas de muscovita, también tiene el gneis cristalitico verdes de una substancia cloritosa.

En toda la costa Norte del cabo los bancos, en general muy levantados, con frecuentes fallas, torceduras y pliegues, buzan en conjunto al Este.

En la extremidad del cabo Negro el gneis es muy compacto y duro, los bancos conservan siempre buzamiento oriental, se tienden, forman grandes acantilados completamente verticales de más de cien metros de altura, y se descubre el gran espesor que tiene la formación, que en este punto está constituida por una sola especie de roca.

Al Sur del desfiladero del Rincón de Medik las lomas son muy achatadas, y están formadas por gneis arcilloso micáfero, con grandes filones de cuarzo blanco lechoso. El buzamiento, con pequeñas variaciones locales, es al Sudeste, y más pronunciado que en la región del Norte del cabo. Se comprueba con esto el sinclinal formado por estas capas y las primeramente estudiadas en la región meridional del promontorio.

Además de esta extensa mancha arcaica existe otra muy pequeña, inmediatamente al Norte del río Lila, en la loma de Dxar Esquirix, en asomo, que ocupa la punta occidental de la loma. El resto está formado por el permiano y por unos bancos de caliza.

Este asomo comprueba la continuidad del estrato cristalino por debajo de la llanura del Lila. Está constituido exclusivamente por el gneis, predominando la variedad arcillosa compacta que se encuentra en los acantilados junto al río, más o menos cuarzosa, y a veces con mica dorada en abundancia.

### **Terreno cambriano.**

El terreno cambriano ocupa el segundo lugar, por lo que a extensión superficial se refiere, entre los terrenos de la faja costera en estudio, correspondiendo el primero al aluvial.

Hemos reconocido en la zona cuatro manchas cambrianas, dos pequeñas, situadas al Norte del Uad Smir, y dos de mucha mayor importancia, una al Norte y otra al Sur del río Martín. Quizás las

dos manchas, situadas junto al cabo Negro, estén unidas en el interior, extremo que no hemos podido comprobar por no haber podido avanzar al Este de las colinas de Zeguelet.

Lo mismo que en la zona de Ceuta no hemos podido encontrar ningún fósil que nos permita fijar la edad a que pertenecen las rocas que integran estas manchas; sin embargo, sin negar que puedan pertenecer a otra época geológica, y por las mismas razones expuestas en el estudio sobre la zona de Ceuta y que sería prolijo repetir, las referimos provisionalmente al cambriano.

Casi todas las manchas están compuestas por pizarras arcillosas, y en contados sitios se observan las calizas sin que se presenten más especies de rocas que las que acaban de consignarse.

Adoptando la división en dos pisos del cambriano, usual en España, toda la formación de Tetuán corresponde al nivel superior.

La mancha cambriana más septentrional de la región forma una faja comprendida entre la costa y las faldas del Zenzem, y limitada en sus dos extremos por los altozanos de la Restinga y Sania Torres. Toda la mancha está rodeada por el eoceno, y cubierta en su mayor parte por tierras arcillo-sabulosas cuaternarias.

Las tierras, procedentes de la desagregación de las margas eocenas son también muy arcillosas, y es muy difícil la separación de ambos sistemas ocultos, como están, por las tierras cuaternarias, y así se comprende que los geólogos que nos han precedido en nuestros estudios hayan dado mucha mayor extensión al paleozoico, habiendo tomado como tal, no solamente el terreno formado por pizarras cambrianas y margas eocenas, sino también por haber considerado como cuarcitas silurianas los grandes bancos de areniscas terciarias.

En las faldas orientales del Zenzem asoman, junto al reducto de Gafa, debajo de las areniscas eocenas, las pizarras cambrianas en estratificación marcadamente discordante; pues mientras las primeras buzan suavemente al Oeste, las segundas están casi verticales.

Las pizarras, en general muy arcillosas, son de color verdoso

con grandes manchas pardas y rojizas; otras variedades son micáceas, muy satinadas, tránsito a filadios.

Al Oeste de los reductos de Gafa, Mentzia y Mogote, hay un barranco profundo, límite entre el cambriano que forma un terreno ondulado de bajas lomas que se extiende hasta la carretera, y el eoceno que se presenta en las laderas orientales del Zenzem, principalmente compuesto de grandes bancos de areniscas.

En el monte de Hayar las areniscas eocenas se tienden y avanzan hasta el mar, separando esta mancha cambriana de la que está situada cerca del Smir.

La mancha cambriana del río Smir se extiende de Este a Oeste por la falda meridional del Zenzem en forma de faja que se estrecha según avanza hacia el mar. Está comprendida entre los aluviones del río y las areniscas eocenas del Zenzem, y no hemos podido llegar a sus límites occidentales por estar situados fuera de la zona ocupada; es posible que esta mancha sea de extensión mucho mayor y que rodee el estrato cristalino de cabo Negro hasta enlazarse con la mancha del Lila.

Casi toda ella está formada por pizarras arcillosas, pero en algunos puntos se encuentran lechos intermedios de pizarras calcáreas y calizas.

Esta última roca se explota en dos canteritas, una situada junto a la desembocadura del río y otra en la loma del puente del Smir, destinándose la roca para el afirmado de la carretera. Las calizas son arcillosas, negras o azuladas, con vetas espáticas blancas, y se observa además que con los bancos poco potentes de calizas alternan otros de pizarras calcáreas; esta formación, comprendida entre las pizarras del sistema, no llega a 10 metros de espesor.

En la faja litoral el cambriano y el eoceno están cubiertos casi totalmente por tierras cuaternarias, y no se descubre la roca infra-yacente más que en los crestones de areniscas o en los cortes excavados por los barrancos.

Se distinguen las tierras formadas a expensas de estas formaciones, por contener las procedentes del paleozoico mucho gran

y guijo cuarzoso blanco, mientras que las de origen terciario no tienen más que algún canto o grano suelto de arenisca.

Al Sur de la península de cabo Negro hay un asomo cambriano, situado en la ladera Norte del cerro de Dxar Esquirix, de tan corta extensión, que no puede representarse en el mapa geológico. Avanza en forma de cuña entre las manchitas arcaica y permiana del cerro. No tiene más que 20 ó 30 metros de anchura, y está cubierta por los aluviones del llano del Uad Lila. Está formada por unos bancos de bastante espesor de caliza negra con vetas espáticas.

La mancha cambriana, situada al Norte del Martín, ocupa una faja de terreno bastante extensa, que comprende los poblados de Malalién, Rifién y Kalalín, y continúa hacia el Noroeste, pasando junto a Beni-Zalen, sin que sea posible por ahora determinar sus límites occidentales, situados fuera de la zona ocupada militarmente.

En su borde Norte quedan las pizarras cambrianas cubiertas por el aluvial de Uad Lila, hasta su contacto con el estrato cristalino de Cudia Zegulet, y por el Suroeste desaparecen debajo del liásico del Hhauz.

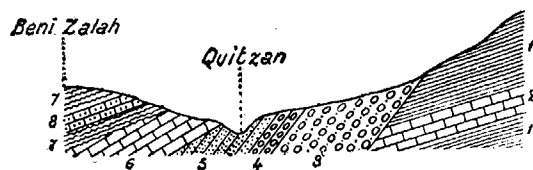
Los materiales que constituyen la mancha son las pizarras y calizas descritas anteriormente, y casi en toda su extensión están cubiertas por tierras de cultivo. En la parte Este de la mancha, única recorrida por nosotros, se ven las pizarras junto al poblado de Malalién, muy arcillosas, con vetas de cuarzo y buzamiento occidental.

En el saliente que forma la mancha hacia la torre de Kalalín, se encuentran, además de los bancos de pizarras, otros de calizas azuladas muy fracturadas que forman un cordón en lo alto de la loma.

La mancha cambriana, situada al Sur del río Martín, es la más extensa, y está limitada al Norte por los aluviones del río; al Oeste, por el permiano y el triásico de las proximidades del poblado de Quitzán; al Este, por el mar, y al Sur queda indeterminado su límite por entrar ya en zona aún no ocupada. Las rocas

que la forman son pizarras y calizas, predominando las primeras.

En el valle del Uad Quitzán se puede estudiar bien el cambriano; la formación empieza por un nivel poco potente de pizarras arcillosas y micáferas, de colores verdosos con manchas rojizas. Vienen luego encima las calizas azuladas cristalinas unas veces, compactas otras, con multitud de vetas espáticas. En total, estas calizas forman un banco de tres a cuatro metros de potencia y toman en la superficie formas muy caprichosas por efecto de la corrosión de las aguas.



Corte por el valle del río Quitzán.

1. Pizarras cambrianas.—2. Calizas cambrianas.—3. Conglomerados permianos.—4. Conglomerados triásicos.—5. Areniscas triásicas.—6. Calizas liásicas.—7. Marges eocenas.—8. Areniscas eocenas.

Encima de las calizas se presentan de nuevo las pizarras con un espesor muy notable que no es fácil determinar por consecuencia de los múltiples pliegues, roturas, torceduras y fallas que a cada paso se encuentran. En conjunto, la formación buza unos 40° al Noroeste. Al Oeste de Quitzán se eleva una serie de colinas que forman varios circos de montañas, cada vez más elevadas, según se alejan del valle; pudimos recorrerlas en una extensión de cinco kilómetros más allá del poblado y comprobar que están formadas por las pizarras cambrianas, apenas dislocadas, y que no son secundarias como se las ha representado en algunos mapas.

En el barranco situado entre la posición de Quitzán y el poblado del mismo nombre, se encuentra bien marcado el contacto del permiano con el cambriano, apoyándose el conglomerado directamente sobre las calizas.

En la orilla derecha del río Quitzán, aguas abajo del poblado,

además de las pizarras usuales, hay otras más satinadas, de colores rojizos y azulados, con mucha mica, que parecen corresponder a un nivel inferior.

En el mismo poblado forma la caliza muy levantada unos acantilados sobre el río.

En el valle de Quitzán puede comprobarse una vez más la íntima relación entre la fertilidad de las tierras y la composición geológica del terreno; pues en rápida sucesión se cruzan: las fertilísimas huertas del aluvial, las tierras de labor, bastante productivas, formadas a expensas de las areniscas del triás, las sierras de pizarras paleozoicas muy pobres, cubiertas de espeso monte bajo, principalmente jara, y por último, los grandes riscos de caliza liásica desprovistos de vegetación.

Merece consignarse que el valle del Quitzán ha sido visitado por distintos geólogos, y que tanto M. Coquand como M. Gentil, lo citan repetidamente, afirmando el primero haber encontrado calizas negras paleozoicas con trilobites en el valle y calizas cretáceas en la sierra. Ni M. Gentil, que recorrió todo el valle minuciosamente, ni nosotros, hemos podido encontrar las primeras; y en cuanto a las segundas, M. Coquand tomó por cretáceas las calizas que después se han considerado como liásicas.

### Terreno permiano.

Está representado este sistema por seis asomos aislados, todos de reducidas dimensiones; tres al Norte del valle del Martín; al pie mismo de Tetuán, y junto a los poblados de Kalalín y Malalién; dos en las laderas próximas a la orilla derecha del río Quitzán, y el sexto ocupando casi todo el cerrito de Dxar Esquirix.

Su constitución petrográfica es siempre la misma e igual a la del permiano de Ceuta. Se trata de un conglomerado poligénico de cemento silíceo, formado por trozos de cuarzo, gneis, pizarra y raras veces caliza cambriana. La textura, coloración y el tamaño de sus elementos varía mucho de unos sitios a otros.

Sin poder asegurar nada, puede aventurarse que pertenece esta formación al piso medio o sajón de la división general del sistema.

Nos limitaremos a enumerar las variedades distintas de la roca en las diferentes manchas citadas.

La mancha más cercana a Tetuán forma una fajita alargada, que corre al pie del Darsa, comprendido entre el triás de Dxar Murcia y el plioceno de la Vega.

Llega hasta las mismas puertas de la ciudad, y en el camino de la Alcazaba al cementerio de judíos de Castilla, forma una manchita muy estrecha, que se ensancha hacia el Norte. El conglomerado está muy descompuesto y es de color amarillento; es de elementos pequeños, formados por cantos de cuarzo y pedacitos de gneis con trozos esquinados de pizarra y el cemento es silíceo. Están inclinados 70° al Este y cortados por repetidas fallas locales.

También asoma la roca en el fondo del barranco que separa el cementerio moro del judío, formando una gran masa sin apariencia de estratificación.

Entre la roca, en general muy descompuesta, se encuentran algunos bancos sanos, en que el conglomerado es de color azulado, con abundantes cristallitos de pirita de hierro. La oxidación de este mineral ha producido el color amarillo de la mayor parte de la formación.

Esta fajita permiana tiene en los cementerios unos 500 metros de ancho, acuciándose hacia el Sur.

Debajo de las canteras de arenisca roja de Dxar Murcia, en otra cantera donde se explota el conglomerado permiano, forma éste una masa, en la que no se distinguen los lechos de estratificación; el frente de la cantera tiene unos 10 metros de altura, y la roca está muy descompuesta, no variando de unos puntos a otros más que el tamaño de sus elementos, que en la parte superior son muy voluminosos. La roca, esencialmente cuarzosa, contiene algunos cantos de gneis, y rara vez algún trozo de pizarra.

Otra manchita permiana, también muy reducida, se encuentra

al Este de Torre Kalalín, al pie del cerro del mismo nombre. El conglomerado se apoya directamente sobre las pizarras cambrianas y queda a su vez cubierto por los aluviones del Uad ex-Xerra.

En el centro de la faja permiana, el conglomerado tiene los mismos caracteres que en la mancha de Tetuán; pero, al Nordeste de Torre Kalalín, se encuentra mucho más descompuesto, en una zona trastornadísima por violentos movimientos geológicos, en la cual los estratos, rotos en todos sentidos y plegadísimos, muestran en rápida sucesión, varias veces repetida, bancos de conglomerados verdes de diversos tamaños y texturas, areniscas rojas y amarillas triásicas y pizarras verdosas muy satinadas. Entre las pizarras se encuentran aprisionados grandes trozos de arenisca roja.

Entre el Uad ex-Xerra y el campamento de Malalién, se encuentran unos conglomerados que inducen a primera vista, a gran confusión, pues cerca de un asomo pequeño de arenisca roja triásica se encuentra una roca en apariencia completamente igual al conglomerado permiano, pero que, además de los elementos corrientes de la roca, contiene trocitos de arenisca roja, circunstancia que induce a suponer que no se trata de una roca permiana. Estudiando detenidamente el referido conglomerado, se ve que es de formación moderna, quizá cuaternaria, exclusivamente local y hecho a expensas de las rocas permianas y triásicas, y no se encuentra más que en el contacto de los dos sistemas, contribuyendo a su formación el que se trata de una región en que los accidentes estratigráficos han sido particularmente violentos.

Al Norte del campamento de Malalién y antes de llegar al Uad el Lila, hay unos cerretes, donde asoma el conglomerado permiano con los mismos caracteres que en la mancha de los cementerios de Tetuán, si bien sus elementos son más pequeños. En este punto, lo mismo que en todas las demás manchas permianas estudiadas en esta zona y en la de Ceuta, no se encuentra ningún conglomerado con trozos de arenisca roja; esta circunstancia no hemos podido comprobarla más que en Malalién.





DXAR ESQUIRIX: CONGLOMERADO PERMIANO.

Al pie de la loma donde está situado Dxar Esquirix, junto al río, se encuentra una potente formación de conglomerado poligénico permiano, variando desde la roca de grano más fino hasta la de elementos más gruesos. Forma grandes masas sin estratificación aparente, y únicamente en algunos puntos se ven algunos lechos que buzcan unos 30° al Sudeste. El conglomerado contiene elementos de cuarzo, de gneís y de pizarra más escasos, y algunos de gran volumen de caliza cambriana.

El mismo conglomerado, compacto y sano en los acantilados del río, se extiende más descompuesto con colores rojizos y amarillentos, por todo el cerro, cubierto, en sus laderas meridional y oriental, por tierras de labor.

Al Sur del río Martín hemos encontrado dos manchas permianas junto a Dxar Quitzán, pero es muy posible que en las montañas de Beni-Madán, que no nos fué posible recorrer detenidamente, haya algún asomo más.

La primera de estas dos manchas está situada al Este del Uad bu Yedid, donde forma una fajita que no llega al medio kilómetro de anchura, y que se extiende desde el río hasta Dxar Tazrut.

Aparece en ella el conglomerado muy descompuesto, amarillo o rojizo, según el grado de oxidación de las piritas que contiene. Las tierras procedentes de su descomposición son completamente rojas.

La otra mancha permiana se encuentra en la ladera derecha del río de Quitzán, aguas arriba del pueblo, comprendida entre el cambriano y el triás; su extensión es desconocida, pues hacia el Sur penetra en el macizo inexplorado de Beni-Hhozmar. El conglomerado permiano se encuentra en ella entremezclado con las areniscas rojas triásicas, por efecto de lo muy trastornado de los estratos y las frecuentes fallas, pliegues y torceduras; su espesor siempre es muy pequeño.



DXAR ESQUIRIX: CONGLOMERADO PERMIANO.

### **Terreno triásico.**

En la región objeto de este estudio, además de las dos manchas triásicas situadas en las inmediaciones de Tetuán, ya mencionadas, hay algunos asomos de tan reducida extensión, que nos concretaremos a consignar los caracteres de las rocas que los componen, sin que nos haya sido posible señalar en el mapa más que uno de ellos situado junto al Uad ex-Xerra.

El triás de la región está compuesto por pudingas, areniscas, margas pizarreñas y muy rara vez calizas, predominando siempre las dos primeras, es decir, que lo mismo que en Ceuta, se presenta únicamente el subtramo más bajo del nivel inferior de los dos en que se ha dividido el triás en España. No suele encontrarse yeso ni sal entre las margas del sistema, si bien como excepción se han hallado, en la falda oriental del Darsa, cristaltos de yeso en flecha.

Las pudingas tienen todas caracteres muy parecidos y están formadas por cantos de cuarzo y cemento silíceo, variando el tamaño de estos elementos y la dureza del cemento.

Las areniscas presentan muchas más variedades de textura, grano, compacidad y color de unos bancos a otros y aun dentro de los mismos bancos. Tienen importancia industrial por ser la roca que más se emplea en las nuevas construcciones de Tetuán. En varias canteras cerca de la población se explota activamente.

Las margas triásicas no se presentan más que en muy pocos sitios y con reducida extensión; son duras, satinadas, de colores pardos y verdosos y a veces toman el aspecto de pizarras antiguas. Esto ha originado gran confusión en los primeros geólogos que han visitado la región, tanto que M. Coquand las consideró como silurianas, mientras que H. Th. Fisher encontró unos restos carbonosos en estas margas pizarreñas o en los conglomerados permianos subyacentes, y consideró toda la formación como carbonífera. La estratigrafía de la región nos demuestra que no puede haber confusión posible, pues, como se ve en el corte adjunto, el



permiano tiene encima las pudingas y areniscas triásicas, después aparecen las margas origen de la confusión, y, por último, se sobrepone a toda la formación la masa de calizas liásicas del Darsa.

Las calizas triásicas se presentan en lajas, son magnesianas y están intercaladas entre las margas, siempre con escaso espesor, pasando a veces a pizarras calcáreas.

La mancha triásica más cercana a Tetuán comienza cerca de la puerta de la Alcazaba y forma una faja a lo largo de la falda del Yebel Darsa, que empieza con una anchura de pocos centenares de metros y alcanza hasta dos kilómetros de amplitud máxima en el valle del Uad bu Zafa. Por la parte oriental, se apoya al principio sobre los conglomerados permianos, y después queda oculta por los aluviones de los ríos Martín y Xerra, mientras que por el lado opuesto sirve de apoyo a los grandes macizos liásicos del Darsa.

Cerca de las puertas de Tetuán, en la falda del Yebel Darsa, hay una gran variedad de rocas triásicas, pues además de los conglomerados y areniscas, tan abundantes en todas las manchas de la región, se encuentran pizarras, margas y calizas.

Las pizarras son de color verde claro, satinadas, muy plegadas y desgajadas en todos sentidos. Las margas son compactas y azuladas, tienen muy escasa extensión, y en ocasiones contienen algunos cristales de yeso, que no parecen susceptibles de aprovechamiento industrial. Las calizas son negras, en lajas, y algunas veces forman un verdadero tránsito a pizarras calcáreas.

En la parte alta del cementerio judío de Tetuán se descubre las areniscas rojas triásicas formando un sinclinal tendido. La roca muy silíceas, con muscovita abundante, tiene colores rojo rosado. Otra variedad menos frecuente es blanca con granitos biotita. Algunos bancos de grano muy basto contienen pedacitos verdosos de pizarra.

La amplitud de la faja de areniscas no baja de 100 metros con un ancho máximo de cerca de un kilómetro, acuniándose hacia el Sur, pues en Tetuán el permiano llega a estar en contacto directo con las calizas liásicas del Yebel Darsa.

Al pie de Daxar Murcia se explotan activamente estas areniscas en unas canteras; no constituye más que una piedra de sillería mediana, pues si bien se labra muy fácilmente, resiste, en cambio, poco a los agentes atmosféricos.

A medio kilómetro de Daxar Murcia, asoman los bancos del conglomerado rojo triásico y contiene la roca, además de los cantos blancos y grises muy redondeados usuales, trozos esquinados de pizarra.

En la cuenca del Uad bu Zafa, al Norte de Tetuán, los barrancos tienen las laderas muy escarpadas, están cubiertos de fértiles huertas de subsuelo triásico, oculto por el cuaternario y por las masas de rocas liásicas desprendidas de la sierra, de suerte que no es posible señalar con exactitud los límites de las distintas formaciones.

Al pie del Darsa se encuentran, en los tramos superiores del triásico, pizarras talcosas con intercalaciones de pizarras calcáreas negras.

En Cudia Tuila, cerca de las huertas del llano del Martín, aparecen otra vez, en bancos de gran potencia, las areniscas de Daxar Murcia, siempre muy micáceas y con unos 20° de inclinación al Noroeste, alternando las variedades roja y amarillenta. A más de un kilómetro de la sierra, encima de la arenisca, hay un mogote aislado de caliza liásica.

En el valle del ex-Xerra queda oculto el triásico por el cuaternario, pero, en las laderas meridionales del cerro del campamento de Malalién, se descubren en una canterita los potentes bancos de areniscas muy micáceas, rojas y amarillas. Algunos lechos tienen núcleos casi exclusivamente micáceos.

Los estratos, muy trastornados y plegados, forman una faja de unos 200 metros de ancho; en la cumbre del cerro se encuentra el conglomerado de que hemos hablado anteriormente, con aspecto permiano, pero de formación reciente; la roca contiene, según se ha indicado, además de los elementos paleozoicos, trocitos de arenisca roja, pero una vez traspuesto el cerro se encuentra ya el permiano propiamente dicho.

Al Sur del río Martín presenta el triásico bastante extensión, pero con menos variedad de rocas, ya que únicamente está formado por conglomerados y areniscas; quizás en la parte meridional de la mancha, aun no explorada, se encuentren, además de estas rocas, las margas y calizas de los tramos superiores.

A parte de la mancha principal situada al Sur de Dzar Quitzán, se presentan otros mogotes triásicos, apoyados sobre la manchita permiana del monte de Quitzán, que no se han podido señalar en el mapa por su escasa extensión. En los macizos ligeramente explorados de Beni Madán, también es probable se encuentre algún isleo triásico, si bien la mayor parte del terreno de estas sierras es, indudablemente, cambriano.

Subiendo del Uad Quitzán al Dzar Beni-Zalah se encuentran, junto al río, los grandes bancos de conglomerados rojo-triásicos de elementos muy voluminosos, encima, con buzamiento al Suroeste, las areniscas triásicas, en general muy descompuestas, y hasta llegar al poblado no aparecen las margas eocenas que se apoyan directamente sobre el triás.

Al Sur del bosque sagrado de Quitzán forman las areniscas rojas el primer contrafuerte del macizo de Beni-Hhozmar, separado del núcleo calcáreo por un valle muy bien cultivado. La roca muy dura y compacta, en grandes bancos, forma una serie de riscos y peñones que contrastan con el relieve en general suave de la mancha triásica.

Casi todo el terreno triásico de Dzar Quitzán está cubierto tierras de labor, formadas a expensas de las rocas infrapuesta contrastando su fertilidad con la aridez de las tierras procedentes del permiano y del cambriano, cubiertas de monte bajo.

### **Terreno liásico.**

Es el terreno que mayor superficie ocupa en la región, pues él pertenecen las grandes sierras del Yebel Darsa y Hhauz y enorme macizo de la cabila de Beni-Hhozmar, partes integrales del gran eje montañoso de la península del Norte marroquí.

Pero si bien es cierto que se trata del terreno más desarrollado en la comarca, hemos de manifestar que nos hemos visto obligados a concretar nuestras observaciones a determinados parajes solamente, pues se trata de una zona no ocupada aún militarmente, en la que el terreno abrupto, lleno de elevados picachos y surcado por profundos barrancos, ofrece fácil refugio y defensa a los indígenas. Por este motivo sólo hemos podido examinar las rocas de que está compuesta la formación en algunas canteras inmediatas a Tetuán, en los puestos militares del Darsa y de la Peña de Beni-Hhozmar y en el promontorio liásico de Torre Kalalín.

Por esta circunstancia y por tratarse de rocas escasísimas en restos fósiles que caractericen su edad geológica, quedan todavía por resolver las mismas dudas que se nos ofrecieron al estudiar estas mismas rocas en las canteras de Benzú, cercanas a Ceuta.

Sin embargo, los caracteres litológicos de algunos bancos cercanos a Tetuán, nos inducen a suponer que se trata de calizas liásicas, pues calizas son las referidas rocas, que, por lo demás, no tienen ninguno de los caracteres distintivos de las triásicas, con las cuales pudieran confundirse.

Tanto en el Yebel Darsa como en el macizo de Beni-Hhozmar, los bancos están dispuestos en forma de cúpula, como ya indicó M. Gentil (1), y si se observa que igual disposición ofrecen en el Yebel Musa, cercano a Ceuta, hay fundamento para suponer que *el eje liásico de la península del Norte marroquí, está formado por un rosario de cúpulas calcáreas*, separadas entre sí por terrenos más modernos.

Así puede comprobarse en el valle del río Martín, donde un sinclinal liásico queda relleno por el eoceno y el cuaternario.

Por efecto de la estructura monoclinial de la península, las manchas liásicas de Tetuán quedan limitadas, por el Este, por los terrenos más antiguos, cambriano, permiano y triás, y por el Oeste, por el eoceno, más moderno.

En la parte conocida de las manchas liásicas no se encuentran

(1) M. Louis Gentil: *Dans le Bled-es-Siba*, pág. 36.





CALIZAS LIASICAS DEL VALLE DE UAD QUITZAN.



CALIZA EOCENA DE JZARDUY.

más que dos rocas; calizas y margas, de enorme extensión y potencia las primeras, muy raras las segundas.

Las calizas ofrecen innumerables variedades, según la proporción de los elementos que las integran y la textura y compacidad de la roca. Las margas son, por lo general, compactas, pizarreñas o foliáceas, de colores amarillos y rosados.

En la mancha liásica de Tetuán las calizas del Yebel Darsa se presentan en capas casi verticales en la falda Sur de la montaña; pero según se asciende por la abrupta ladera, van perdiendo en grado de inclinación, su buzamiento al Oeste es cada vez más suave, y la dirección se mantiene siempre de Norte a Sur.

Al pie de la posición militar llamada Darsa Nuevo, el buzamiento de los estratos es otra vez muy pronunciado hacia el Sudoeste.

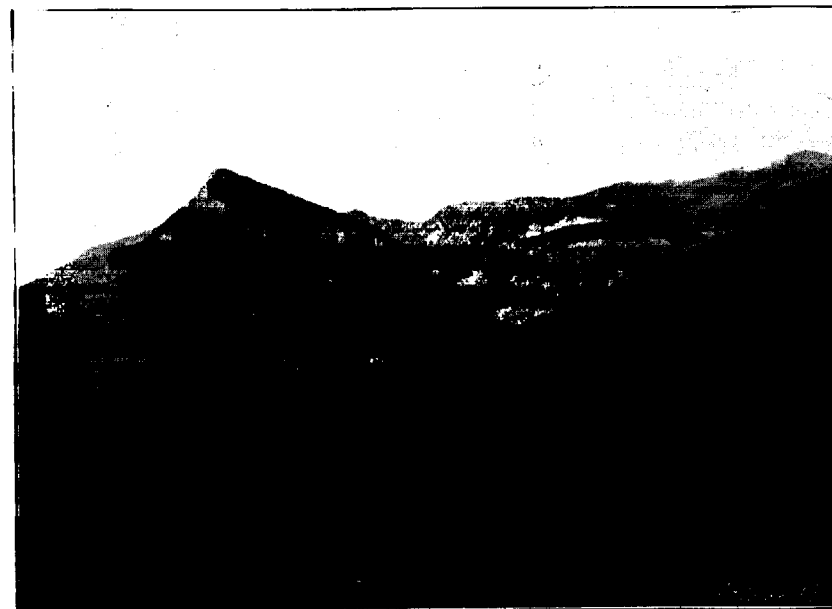
Todo el macizo del Darsa está formado por bancos calizo abundando en la cumbre las variedades negras y compactas.

En las laderas de la sierra, encima de la Alcazaba, se encuentran grandes masas de caliza fracturada en trozos menudos y macimentados entre sí.

Al pie del Darsa, cerca del Hospital militar en construcción, se explota una cantera de caliza marmórea, casi negra, con vetas espáticas. Los bancos tienen escasamente un metro de espesor, e tan estratificados con gran regularidad, y la roca no suele encontrarse cortada por litoclasas y grietas, como sucede en las dem canteras liásicas de la región.

Forman las calizas de la cantera un pequeño arco con buzamiento en conjunto de 45° hacia el Norte, correspondiendo, por tanto, estas calizas marmóreas a un nivel estratigráfico inferior que asoma en las cercanías de Tetuán.

Junto a la Alcazaba de esta ciudad, en la llamada cantera Ingenieros, se explotan las calizas arcillosas y de colores claros idénticas a las de la cantera de Benzú de Ceuta. Se apoyan directamente sobre el conglomerado permiano, y más al Este de canteras, se encuentran debajo de las calizas las areniscas y margas del triás.



CALIZAS LIASICAS DEL VALLE DE UAD QUITZAN.



CALIZA EOCENA DE JZARDUY.



En la falda del Darsa, al Norte de Dzar Murcia, las calizas liásicas forman un saliente de muy poco espesor que se apoya sobre el triásico. Unas veces son bancos continuos, otras grandes bloques aislados de caliza procedentes del macizo liásico.

Al Sudoeste de Torre Kalalín se extiende una fajita de calizas liásicas de menos de 300 metros de ancho, que se explota en una cantera situada cerca de la carretera de Ceuta a Tetuán. La roca forma grandes masas, en las que aparecen cavernas rellenas de tierra roja, y tiene los mismos caracteres que la de las canteras de la Alcazaba de Tetuán.

El paraje más avanzado adonde pudimos llegar en nuestras excursiones, fué el de la posición militar llamada Peña de Beni Hhozmar, primer contrafuerte del enorme macizo de este último nombre, principal rasgo orográfico de la zona, donde se presentan las calizas de la mancha liásica del Sur del valle del Martín.

Estas calizas son idénticas a las del Yebel Darsa, predominando las variedades compactas, grises y amarillentas, aunque también se encuentran otras muy arcillosas, amarillas, litográficas, muy puras o blancas y rosadas, parecidas a las titónicas.

En la base de la Peña hay unas margas foliáceas, rojizas o amarillas, con multitud de hojitas de calcita interpuestas.

Las calizas tienen enorme potencia, que desde luego se puede asegurar pasa de los 1.000 metros, y se presentan en grandes bancos casi verticales.

### **Terreno eoceno.**

En dos regiones distintas se manifiestan los depósitos eocenos: en el litoral mediterráneo del Norte de cabo Negro, y en la comarca situada al Oeste de Tetuán.

En la primera zona, el eoceno se enlaza por el Norte con la mancha situada entre el campamento de Dzar Rifién y los blocaos de Haydra, de que tratamos al hablar de la zona de Ceuta.

En el río Negro queda interrumpida la faja litoral eocena por los aluviones del río, pero por el interior continúa el terreno ter-

ciario hasta el gran macizo del Yebel Zenzem. Las faldas oriental y meridional de este monte son cambrianas, mientras que las series de cerretes, que terminan en los promontorios de la Restinga y Sania Torres, siguen siendo eocenas.

En las proximidades de Tetuán, el eoceno, desde la costa atlántica, avanza por el valle del río Martín, formando un golfo encajado entre los macizos liásicos del Darsa y Beni-Hhozmar, que llega hasta el Dxar Beni Zalah, enfrente mismo de la población.

El eoceno, excepto sólo en un punto, junto al Uad bu Yedid, donde cubre al triás, queda apoyado sobre el liás, y a su vez recibe encima las manchas miocenas de Lauzién, el diluvial de Tetuán y los aluviones de distintos ríos que le surcan.

En la zona de Dxar Rifién no encontramos fósiles característicos del eoceno; tampoco bastaron para determinar el terreno los fucoides hallados en las areniscas del Zenzem, pero en la zona de Tetuán, en la Loma Roja de Izarduy, tuvimos la suerte de descubrir un nivel de calizas con gran abundancia de numulites.

En la faja litoral se encuentran las siguientes rocas, en orden de extensión é importancia, margas y areniscas. En la mancha interior se presentan además las calizas, pero predominando siempre mucho más las margas y areniscas.

Las margas son de color pardo o gris azulado; generalmente están muy descompuestas y a semejanza de lo que ocurre en la zona atlántica del Protectorado, vienen mezcladas con las tierras arcillosas cuaternarias y constituyen fértiles vegas.

Lo mismo que en la zona atlántica presenta el eoceno cuatro tramos que, contando de abajo a arriba, son los siguientes: 1.º, calizas azuladas y pardas; 2.º, margas blanquecinas; 3.º, grandes bancos de areniscas con intercalaciones de arenas y margas; 4.º, margas pizarreñas oscuras, con bancos intermedios de areniscas y calizas.

En la zona que nos ocupa no hemos encontrado más que los términos 3.º y 4.º de esta serie, predominando en el Zenzem tramo arenoso, y en la mancha del Martín el margoso. Según

clasificación del eoceno de España, se presentan los pisos medio y superior del numulítico.

Comenzaremos por la descripción de la mancha del litoral, para continuar después con la de la cuenca del Martín.

En la zona costera, comprendida entre el mar y los blocaos de Haydra Norte, Haydra Sur y Belhassen, hay dos fajas de areniscas amarillas, deleznales, paralelas a la carretera, formando la más lejana unas crestas sobre las cuales están edificadas las posiciones militares. Rellena el sinclinal comprendido entre las fajitas un conjunto de bancos de arenisca de poco espesor, que alternan repetidamente con margas compactas oscuras.

En Haydra Norte, las areniscas buzán al Sudeste con unos 20º de inclinación, mientras que en Haydra Sur, con el mismo arribamiento, los bancos se levantan hasta los 45º. Entre las areniscas de colores pardos y rojizos hay algunas variedades tan sumamente duras y con grano tan fino y compacto, que más bien merecen el nombre de cuarcitas, y han dado lugar a que algunos geólogos que recorrieron muy a la ligera esta zona, las tomaran por silurianas.

La formación terciaria se extiende con los mismos caracteres, más al Norte, entre Dxar Rifién y Condesa.

En la costa, junto a Dxar Rifién, se presenta sobre las margas eocenas, a bastante distancia del mar, un depósito de arena de playa, guijo blanco y conchas de especies vivientes, que debe atribuírse, más bien que a un retroceso de la playa, a los vendavales de levante, fortísimos en esta región, que arrastraron esos materiales hasta su actual emplazamiento.

En el monte Negrón, estribación septentrional del Zenzem, los bancos de arenisca son muy potentes y tienen buzamiento occidental de 45º, mientras que más al Sur se tienden casi hasta la horizontal. Dentro de la posición militar del Negrón asoman los bancos de arenisca amarilla y blanca, con grandes manchas rojas. A poniente se extiende, en la zona aun no ocupada, un ancho valle relleno por las margas oscuras, superiores a las areniscas.

En la cuesta, desde la playa hasta monte Negrón, los estratos

buzan primero hacia la costa, después falta el corchete denudado de un anticlinal, y por último, los grandes bancos de arenisca con lechos intermedios de arenas sueltas y buzamiento occidental, marcan otros tantos escalones en la ladera de la montaña.

Estos mismos bancos de arenisca se extienden por unas colinas donde están los reductos de Silos y Gaba, y más al Sur, en el monte de Hayar, forma una faja de unos 500 metros de ancha, de muy poco espesor, que avanza sobre el cambriano.

Cerca del río de los Castillejos, la formación terciaria es exclusivamente arenosa, y no es fácil señalar exactamente sus límites de separación con el triás que se halla representado por areniscas amarillas y blanquecinas, rara vez rojas, y siempre muy delezna- bles; esta confusión, a que contribuye principalmente la falta de fósiles en ambas formaciones, desaparece en cuanto se encuentran las margas pizarreñas numulíticas, pues tanto éstas como las tierras arcillosas, procedentes de su desagregación y descomposición no se pueden confundir con ninguna roca triásica.

El eoceno de la mancha de Tetuán, avanza en la orilla izquierda del río Martín, algo al Este del Uad es-Samsa, alternando las margas pardas con bancos aislados de arenisca y de cuarcita, esta última sumamente dura y compacta.

La formación está cubierta en parte por las capas miocenas de la meseta de Samsa, pero vuelve a aparecer un poco más al Oeste, en la loma Amarilla.

He aquí la serie de capas que se encuentran en la loma su- biendo desde la carretera:

1.º En toda la parte baja de la loma y en la llanura, margas pardas con areniscas de grano fino.

2.º A media ladera, en un nivel inferior estratigráficamente, margas blanquecinas, con multitud de lechos delgados de caliza, unas veces margosa y otras compacta y pura.

3.º En la cumbre de la loma, una caliza azulada, de grano muy fino. Todas las capas aparecen levantadas casi hasta la vertical, y la formación se apoya sobre los macizos liásicos de la sierra del Hhauz.

Al Norte de Lauzién asoman debajo de los bancos miocenos, y en manifiesta discordancia con ellos, las margas eocenas pizarre- ñas, muy compactas y duras, de colores blanco, rosado y gris.

Entre los cerros de Lauzién Norte y Lauzién Este, forman estas margas un anticlinal, y después penetran por debajo de las capas de la loma Amarilla.

En el eoceno, al Norte del río, no se presenta más que el tramo superior de los dos que se encuentran en la zona, quedando el tramo de areniscas al Oeste del valle del Jemis, y no llegando a verse el nivel inferior de calizas fosilíferas que ocupan al otro lado del río las lomas de Izarduy.

Al Sur del río Martín, el eoceno forma una larga y estrecha faja que bordea la falda de la sierra, comprendida entre las cali- zas liásicas y los aluviones del río; el buzamiento es al Noroeste, apareciendo levantado el borde del golfo eoceno en el contacto de la cadena liásica.

En Dzar bu-Xemelal y Dzar Beni-Zalah se presentan las mar- gas oscuras con algunos bancos intermedios de arenisca.

Entre el río Martín y la peña de Beni-Hhozmar hay una faja de 400 metros de ancho de aluviones, presentándose después el eoceno formado por margas pardas, que tienen intercalados ban- cos de caliza silícea y arenisca hasta de un metro de espesor; algu- nos de estos bancos de caliza silícea y arenisca tienen impre- siones de algas y fucoides. Las margas, a veces muy compactas, son de estructura pizarreña.

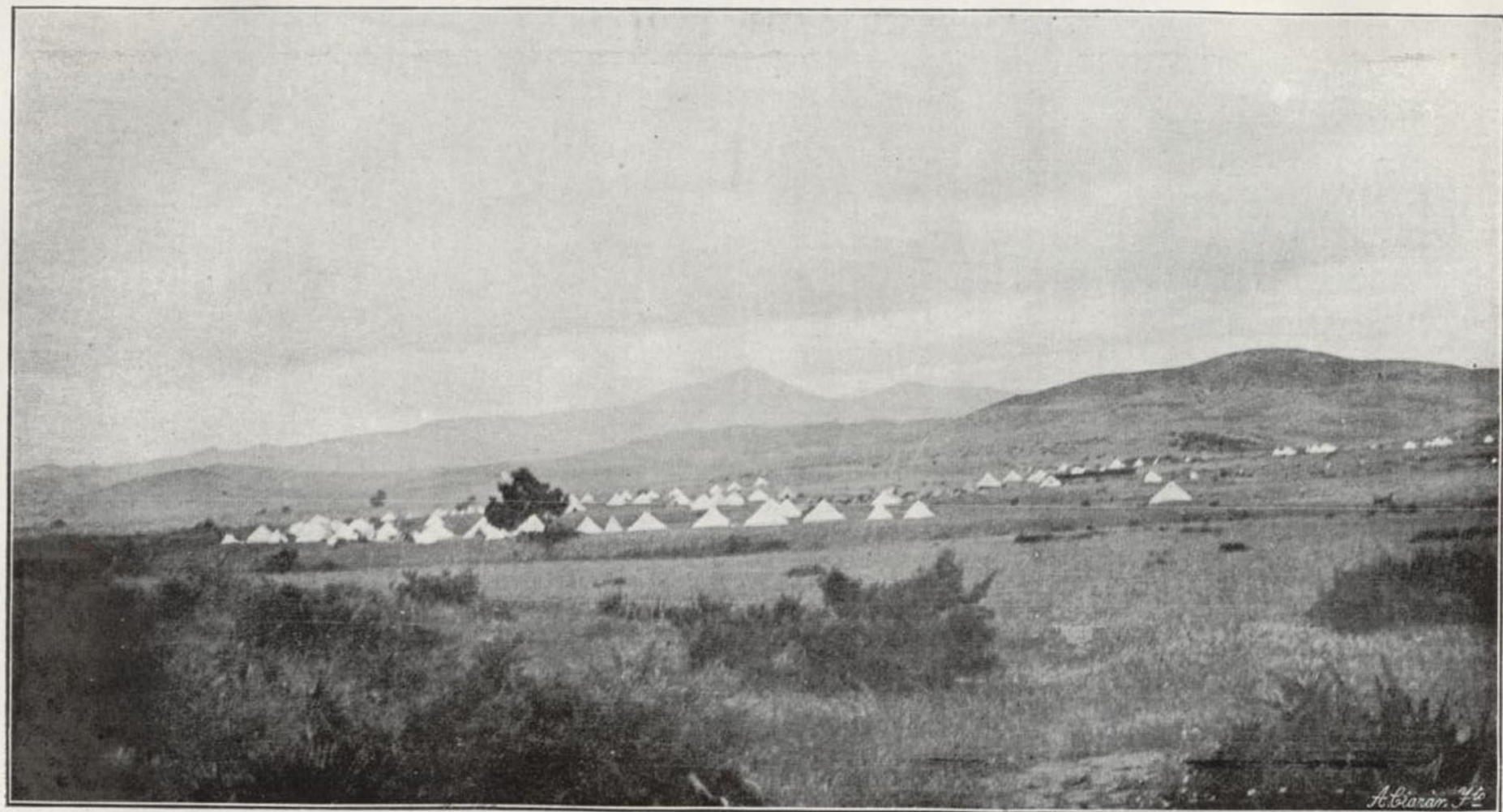
El buzamiento varía repetidas veces, pero en conjunto, es oc- cidental, levantándose más la formación en la proximidad del lías.

Las margas son las rocas predominantes y entre las areniscas se encuentra toda una serie desde las más delezna- bles hasta las más duras y compactas, tránsito a cuarcitas.

El eoceno forma una faja continua entre el lías y el río, al que toca en algunas revueltas, mientras que en otras queda separado de él por los aluviones.

En la loma colorada de Izarduy aparece un tramo inferior del numulítico, formado por capas delgadas de caliza, con espesores





*H. Bianchi, F. C.*

VALLE EOCENO DE UAD, EL TZELATZA DE UAD RAS.

de 5 a 50 centímetros entre bancos de margas arcillosas rojas, hasta de dos metros de potencia.

En las calizas abundan los numulitos de pequeño tamaño; también encontramos una rinconella muy mal conservada.

Los bancos están inclinados 70° al Este y quedan cortados hacia el Oeste por una falla, que parece coincidir con el curso del Uad el Hayra.

Al Oeste de Lauzién no pudimos recorrer detenidamente el eoceno, y únicamente en un rápido viaje de Tetuán a Tánger, pasando por el desfiladero de Ain Yedida, apreciamos la extensión de esta formación, que sin interrupción se enlaza con el eoceno de Cuesta Colorada y la zona de Tánger.

Siguiendo este itinerario, pasado el Uad el Jemis, se encuentra el valle del Agras, el fondo formado por margas eocenas, mientras que en los altos cerros que bordea el camino aparecen por primera vez los grandes bancos de arenisca del tramo inferior. Al comenzar la extensión del desfiladero del Fondak, cesan las margas y se cruzan durante más de dos kilómetros las areniscas del sistema, en general duras y compactas, con grandes manchas y costras ferruginosas.

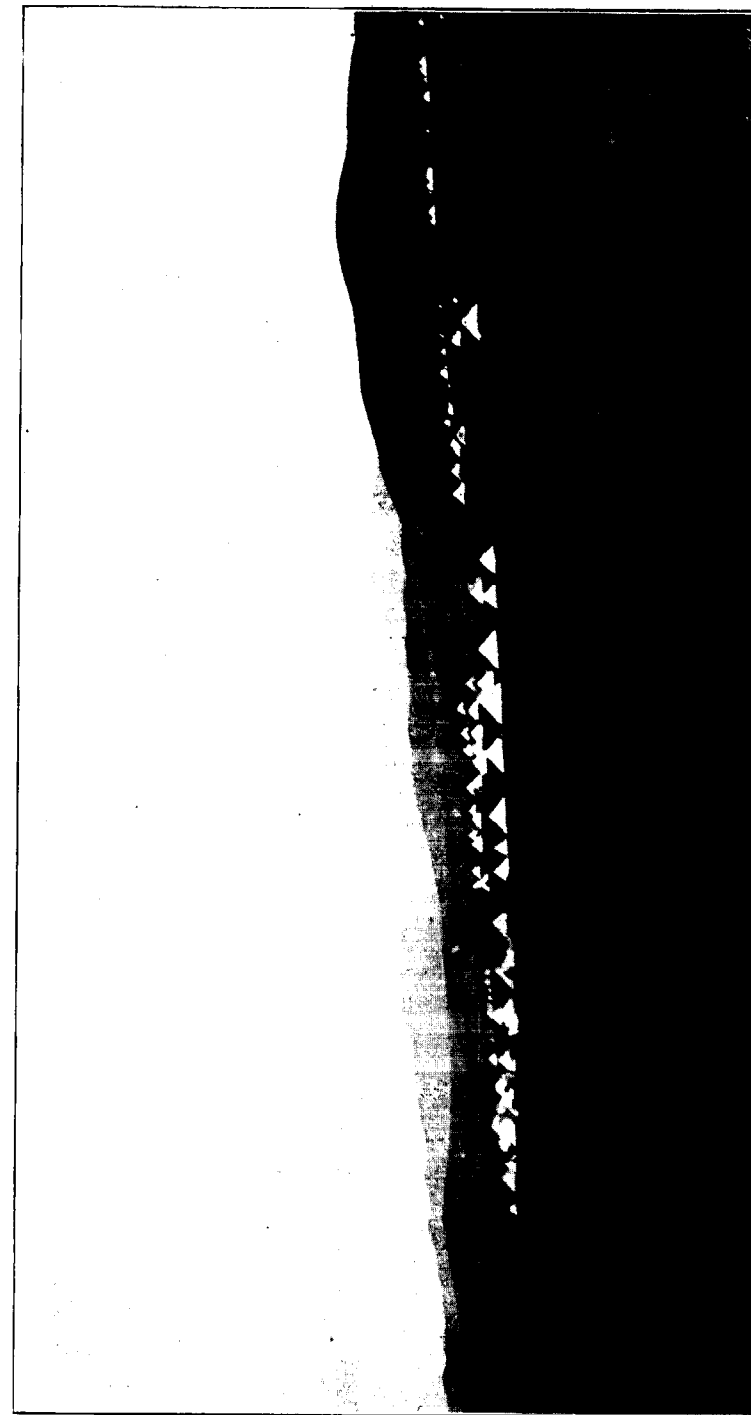
Antes de llegar al Fondak de Ain Yedida las areniscas eocenas forman una gran bóveda hundida, y el camino serpea entre las masas desprendidas de su borde meridional.

Entre Ain Yedida y Rgaia se vuelven a encontrar las margas oscuras del sistema, que mezcladas con aluviones arcillosos, rellenan todo el valle del Uad el Tzelatza de Uad Ras, y se unen con las margas de los grandes valles cercanos a Tánger.

### **Terreno mioceno.**

En la península del Norte marroquí, no hemos encontrado más que dos manchitas miocenas, una junto a Lauzién y la otra al Sur de Samsa. Los bancos de areniscas que M. A. Brives (1) señaló

(1) *Voyages au Maroc*, pág. 467.



VALLE EOCENO DE UAD, EL TZELATZA DE UAD RAS.

como del mioceno (cartenienses) en su estudio acerca de la zona Atlántica, hemos demostrado que son eocenos.

El mioceno, que tanto desarrollo tiene en Argelia y Orán, y que también se presenta en la región de Melilla, con gran espesor y extensión, falta en esta zona casi por completo por efecto de la violenta acción de los derrubios, así es que las manchitas que vamos a reseñar son restos de una formación que debió cubrir todo lo que hoy es el valle del río Martín.

El mioceno se presenta en las dos manchitas, objeto de nuestro estudio, con escaso espesor, no llega a 30 metros, y es de naturaleza esencialmente silícea, no encontrándose más que tres variedades de rocas: areniscas, molasas y arenas sueltas; corresponde al tramo helvético, tan desarrollado en el mioceno marino del Mediodía de España, y tiene los mismos caracteres litológicos que en las provincias andaluzas.

Las manchas miocenas de Samsa y Lauzién tienen unos dos kilómetros cuadrados de extensión cada una y forman dos mesetas apoyadas en discordancia sobre el eoceno y completamente rodeadas por este último terreno.

La mancha más cercana a Tetuán se encuentra al Oeste del Uad es-Samsa, donde quedan cubiertos los estratos eocenos por una meseta miocena que tiene unos 10° de inclinación hacia el Sur, y cuyo borde, antes de llegar al río Martín, forma un pronunciado escalón.

Esta mancha está formada por arenas sueltas amarillas, areniscas compactas y bancos de molasa de elementos finos, entre los cuales abundan los granos de caliza del secundario y del eoceno y trocitos de marga.

Se encuentran, principalmente en las arenas, multitud de restos fósiles, entre los cuales abundan *Ostrea Callifera* Lam., y *Pecten opercularis* Lin.

La formación no tiene más que unos 20 a 30 metros de espesor, asomando en los fondos de los barrancos el eoceno.

Idénticos caracteres presenta la mancha miocena de Lauzién, formada por areniscas de grano grueso, conglomerados de ele-

mentos de pequeño tamaño y maciños muy compactos y duros.

No se manifiestan las arenas sueltas de la mancha oriental en la zona de Lauzién. Se encuentran en el conglomerado bastantes fósiles, *Pecten solarium* Lam., *Ostrea crassissima* Lam., *Turritella Turris* Bast., etc.

El espesor de esta formación, que se presenta apoyada directa y discordantemente sobre el eoceno, no llega a 20 metros.

Al Norte de Lauzién queda cortada por el barranco de Beni Amram, excavado en el eoceno, que separa el mioceno del macizo liásico del Hhauz.

### Terreno plioceno.

En la época pliocena existió un profundo golfo que, penetrando por lo que es ahora valle del río Martín, llegó hasta los macizos montañosos del Hhauz y Beni-Hhozmar, pero posteriormente, tan extensa formación ha sido en su mayor parte arrasada por las aguas del Martín y en parte también cubierta por los aluviones antiguos del río, de manera que únicamente hemos podido encontrar un asomo de rocas de este sistema en los barrancos situados junto a las puertas de Tetuán, en lo que debió ser próximamente el borde del golfo plioceno.

La formación se ofrece con un espesor escaso, apoyada sobre terrenos antiguos, permiano y trias, y cubierta por la gran formación de travertinos, sobre la cual se asienta la ciudad, y por las tierras de labor, unas diluviales y otras antiguos aluviones del río, que constituyen el suelo de las huertas que circundan por esta parte la población.

En el plioceno se distinguen dos niveles; el inferior, esencialmente arcilloso y el superior, más arenoso, siendo gradual y casi inapreciable el paso de uno a otro, pues según se sube estratigráficamente, las arcillas se van cargando más de arena.

Las arcillas son plasencienses, de rica fauna, idéntica a las de las costas de Andalucía; los bancos más sabulosos superiores, a nuestro juicio también plasencienses, son mucho más pobres en fósiles.

En el camino que, por entre el cementerio nuevo y el judío sube hacia la Alcazaba de Tetuán, se encuentran, primero, estratificadas horizontalmente, las arcillas azules plasencienses, y encima, los niveles más arenosos, con algunos lechos intermedios de caliza margosa; según se sube por el camino, las capas se levantan más, llegando a inclinarse hasta 40° al Este, lo que demuestra la violencia de los movimientos tectónicos recientes.

En las capas más sabulosas se encuentran multitud de trozos de conchas y restos fósiles rotos y desgastados, indicando se trata de una formación de playa.

El espesor de este tramo arenoso es de cerca de 30 metros, y su ausencia en el llano de la vega, donde aparecen al descubierto las arcillas infrayacentes, nos hace ver la intensidad que han alcanzado los derrubios postpliocenos.

Las arcillas azules plasencienses se encuentran al descubierto en un barranquito bastante profundo, situado al Este del cementerio judío; son plásticas, muy puras unas veces, calíferas otras, y contienen multitud de fósiles desigualmente repartidos, ya que en algunos puntos se descubren verdaderas masas de conchas y en otros son muy escasas.

Los más abundantes corresponden a varias especies de *dentalium*.

Este yacimiento fosilífero es muy conocido, y lo citó por primera vez en 1847 el geólogo francés M. Coquand; después, en 1879, H. O. Lenz recogió varios moluscos, que clasificó como miocenos, pero no queda duda de que se trata de arcillas pliocenas, como ya ha afirmado, entre otros, M. L. Gentil.

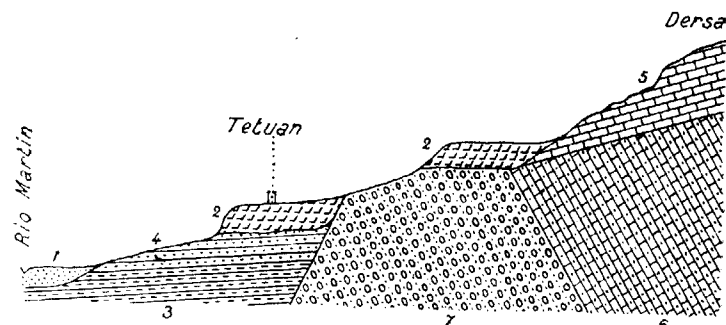
Nosotros recogimos las siguientes especies: *Pecten Bollenensis* May., *P. Philippi* Rec., *P. dubius* Lin., *Ostrea lamellosa* Proc., *O. edulis* Lin., *Pleuonectes cristatus* Bronn., *Nucula nitida* Lin., *Cardita culeata* Lin., *Callista chione* Lin., *Venus islandicoides* Lam., *Terebra sabulatoideum*, Sacc., *Nassa semistriata* Broc., *Pleurotoma cetima* Bell., *Nitra suballigata* Bell., *Natica catena* Lam., *Natica varians* Duj., *Turritella subangulata* Broc., *Chenopus uttingerinus* Risso, *Conus Berghausi* Mich., *C. mercati*, Broch.,

*Raphitoma subcatula* Born., *Dentalium fossile* Lin., *Dentalium sexangulum* Lin.

### Terreno cuaternario.

**Diluvial.**—Este terreno es de interés manifiesto por su importancia agrícola, ya que constituye gran parte de los campos cultivados de la zona, y principalmente los situados en las laderas del Darsa y en el valle del Jemis. Además de los depósitos diluviales terrestres, debemos incluir en este sistema una formación marina postpliocena que hemos encontrado a ambos lados del promontorio de cabo Negro, en los valles del Uad Smir y Uad Lila.

Comenzaremos por la descripción de la mancha de Tetuán, que se extiende al pie de la sierra del Darsa, desde cerca de Dxar Murcia hasta el Uad es-Samsa y, que hemos incluido en este te-



Corte por Tetuán.

1. Aluvial. 2. Travertino.—3. Arcillas azules pliocenas.—4. Arenas pliocenas.—5. Caliza liásica.—6. Arenisca roja triásica.—7. Conglomerado permiano.

reno, y no en el aluvial, porque, además de las masas de calizas concrecionadas, comprende otra serie de rocas que no hay razón alguna para considerar como pertenecientes a esta última formación.

En la puerta llamada de Ceuta se ve que la parte baja de la población de Tetuán está edificada sobre un gran banco de caliza

tobácea de más de 10 metros de espesor. Esta caliza, llena de grandes oquedades, está cruzada por vetas concrecionadas de mármol de aguas. Contiene multitud de restos vegetales y jacillas de gasterópodos pulmonados, y se apoya sobre las arcillas plascienses que asoman en el fondo de los barrancos.

En la cuesta de la Alcazaba, al Norte de la población, se encuentran, antes de llegar a las calizas liásicas, y a un nivel superior, bancos de caliza cuaternaria apoyada sobre el permiano.

Esta caliza, blanquecina y rosada, se explota en una cantera, siendo unas veces muy compacta y otras oquerosa y con granos pisolíticos.

Contiene multitud de impresiones de vegetales, hojas de laurel, mimbrera, etc., todas bien conservadas.

Alternan con las calizas bancos de conglomerado de cantos calizos con cemento de la misma naturaleza.

En los desmontes de la estación del ferrocarril de Ceuta se encuentran, además de los travertinos, otros depósitos, también cuaternarios, principalmente margas compactas y blancas con multitud de restos de gasterópodos de agua dulce. Se ven también diversas calizas, abundando la variedad compacta de fractura concoide tan ferruginosa, que a veces pasa a ser ocre; en estas calizas se encuentra algún molde de *Helix*, principalmente *Helix Lactea*.

En la carretera que rodea a Tetuán, desde la puerta de la Luqueta hasta el Campamento, se ve la importancia que tiene esta formación travertínica. En los cortes de la carretera se descubren primero las margas muy calíferas, con multitud de fósiles de agua dulce y terrestres, así como muchos restos vegetales. Encima, envolviendo en muchos sitios a las margas, aparecen los grandes bancos de travertino, que aumentan de espesor según se avanza hacia el Oeste.

En las canteras situadas al pie del Campamento estas masas son de caliza muy pura, y con ella se fabrica una excelente cal; su espesor excede de 20 metros. Contienen grandes cavernas y están cruzadas por grietas y acribilladas de oquedades llenas de estalactitas y estalagmitas.





TRAVENTINO DE UNA FUENTE CALCÁREA.



DUNAS DEL RÍO NEGRO.

Se encuentran en ellas multitud de restos fósiles, principalmente de *Helix* y *Limnea* e impresiones de tallos, hojas, y contienen también pisolitas blancas hasta del tamaño de nueces.

Al Oeste de Tetuán, el diluvial se extiende hasta más allá del Hospital nuevo, y contiene, además de los grandes bancos de calizas, tierras margosas blanquecinas y verdosas con cantos de caliza. En las grandes zanjas del Hospital en construcción se descubren estas tierras con un espesor de dos a cinco metros; pero no es fácil señalar su límite con el plioceno infrayacente, pues insensiblemente se pasa de una a otra formación.

En las canteras comprendidas entre el Darsa y Dxar Murcia se explotan las calizas cuaternarias en bancos que tienen más de 20 metros de espesor, formando un escalón que separa el triás de Dxar Murcia de las calizas liásicas de la falda de la sierra. En un corto trecho aparecen variedades muy distintas de la roca: calizas puras, blancas, llenas de oquedades con abundantes huellas de hojas y tallos vegetales; otras, rojas arcillosas o blancas compactas y marmóreas. También se encuentra un conglomerado de fragmentos de caliza negra triásica y gris liásica con cemento calizo.

La roca procedente de estas canteras se emplea en el adoquinado de Tetuán.

Esta formación de caliza concrecionada, que aun sigue formándose en algunos puntos, es debida a las fuentes cargadas de bicarbonato de cal, que nacen en el contacto de las calizas liásicas con las rocas impermeables del permiano y triás. Las fuentes que dentro de la población dan nombre a un barrio—el Ayuntamiento—depositan la calcita que llevan en disolución, y han dado lugar a estos bancos, que, como ya hemos dicho, llegan a tener 20 metros de espesor.

Aunque abundan mucho los mantos diluviales que cubren partes más llanas del territorio, como son de pequeña extensión y espesor, no los hemos indicado en el mapa. Forman suelos, en mayor parte cultivados, si bien su fertilidad varía mucho, de



TRAVENTINO DE UNA FUENTE CALCÁREA.



DUNAS DEL RÍO NEGRO.



diendo de la formación a expensas de la cual se han formado; si exceptuamos las tierras que se apoyan sobre el eoceno y en algunos puntos sobre el triás, las demás, en general, son muy pobres.

En los llanos del Uad Lila se encuentra una formación marina de arena de playa con conchas de especies vivientes, que se extiende próximamente hasta la carretera de Ceuta a Tetuán, o sea a unos cuatro kilómetros de la costa, quedando cubierta en parte por los limos de las avenidas recientes del río.

Al Norte del cabo Negro se encuentra una formación parecida en el Mers de Lucas, situado en el llano del Smir, al pie de los montes de Zeguelet; asoma allí debajo de las tierras negras diluviales una arenisca que se presenta en bancos horizontales.

La roca se explota como piedra de construcción; es amarilla o blanquecina, muy deleznable y blanda cuando está húmeda, algo más dura cuando pierde, al secarse, el agua de cantera.

No afloran estos bancos en más parajes ni es posible medir su espesor, pues únicamente se presentan en las excavaciones de las canteras.

Contienen algunos fósiles, principalmente lamelibranquios, generalmente en estado de moldes. Encima de las areniscas hay una costra de travertino blanco terroso, de un espesor máximo de 20 a 30 centímetros.

Es posible que parte de esta formación sea pliocena, punto que no podrá determinarse mientras no esté descubierta en mayor extensión o se encuentren fósiles característicos.

**Aluvial.**—Comenzaremos por la descripción de los aluviones del río Martín, que son indiscutiblemente los más importantes.

En la parte alta de su curso, por encima de los macizos de Beni-Hhozmar, los aluviones son exclusivamente arcillosos, como es natural que suceda con un río que no puede aportar más que materiales procedentes del eoceno, y que tiene además tan escasa pendiente, que no tiene fuerza para arrastrar los cantos algo voluminosos.

En el vado del río Martín, junto al Puente Nuevo, los aluviones, tanto antiguos como modernos, son exclusivamente arcillo-sabulosos.

Entre este vado y la Peña de Beni-Hhozmar se cruzan en un trecho muy corto los aluviones, para encontrar después un terreno de derrubios de la sierra, procedente casi en su totalidad del eoceno.

Los aluviones recientes del río Martín tienen escasa extensión frente a Beni-Hhozmar; los antiguos no llegan a 20 metros sobre el nivel actual del río, y están formados por grandes trozos de caliza secundaria y terciaria.

Los aluviones del llano, exclusivamente arcillosos, forman una tierra de labor excelente, apropiada más que nada al cultivo de huertos y de cereales.

Entre Tetuán y el Martín se encuentran a unos 200 metros de las puertas de la ciudad, y pasada la faja diluvial sobre la cual se asienta aquélla, los aluviones antiguos del río, formados por tierras amarillas arcillosas, con muchos cantos de caliza. Más cerca del río, los aluviones, más arcillosos y muy finos, se emplean en la fabricación de cerámica.

Los aluviones actuales del río están formados cerca de la desembocadura de los arroyos pedregosos procedentes de la sierra por cantos de caliza, y son arcillosos en el resto de su cauce, como no podía menos de suceder en un río de tan débil corriente y aguas muy turbias.

En toda la extensa y rica vega del río los aluviones están cubiertos de una capa de humus que tiene hasta un metro de espesor.

En la orilla derecha los aluviones son más pedregosos según se alejan del río.

Todo el llano comprendido entre el cabo Negro y el río Martín, donde tiene su tortuoso curso el Uad Lila, está formado por tierras aluviales. Éstas, en la parte más baja, están sujetas a inundaciones periódicas y son arcillosas, formadas por légamo fino, mientras que en el terreno situado a nivel un poco superior son rojizas y más sabulosas. Forman, tanto las unas como las otras, un terreno magnífico para un intenso cultivo agrícola, pero se encuentran en la actualidad dedicadas únicamente a pastos.

En medio de esta llanura se encuentra la loma alargada llamada Dxar Esquirix, correspondiente a formaciones mucho más antiguas.

Al Sur de la carretera de Ceuta a Tetuán se extienden, en las cercanías de esta última población, los llanos aluviales, arcillosos, cubiertos de tierras de labor, del río Martín. Al Norte de la carretera se confunden estos aluviones con los derrubios de la sierra del Yebel Darsa, cubiertas ambas formaciones en una serie de lomas achatadas por frondosas y extensas huertas. Las tierras son rojizas o amarillentas, a trechos muy sabulosas, apreciándose en las trincheras del ferrocarril en construcción, que pasa su espesor de cuatro a cinco metros.

Hasta llegar a las estribaciones del cerro de Kalalín no se encuentran las formaciones antiguas, y la carretera que bordea el promontorio liásico marca próximamente la separación entre el cuaternario y los terrenos antiguos.

Los aluviones de los principales afluentes del río Martín, como el Hayra, el Jemis y el Xekor, son principalmente arcillosos y se confunden con las margas oscuras eocenas, entre las cuales tienen su curso estos ríos. Exceptuando el llano, en el cual desembocan al unirse y formar el Martín, tienen estos aluviones escaso desarrollo.

En la faja litoral los aluviones del Smir son arcillosos, formados por un limo muy cargado de substancias orgánicas. Toda la región es muy pantanosa y está sin cultivar.

Más al Norte, los aluviones del río Negro no llegan más que hasta el cerro de Belhasen; más arriba el río cruza margas eocenas y tierras diluviales, cubiertas por frondosas huertas. Los aluviones son exclusivamente arcillosos, y el lecho del río está formado por limo y fango; casi toda la región está más baja que el mar y casi siempre inundada.

Hay otra formación cuaternaria que bordea parte de la costa, entre el cabo Negro y la desembocadura del Martín, y vuelve a encontrarse con mayor desarrollo entre los ríos Smir y Negro; es la de los médanos o dunas del litoral.

Forman estas dunas, en la desembocadura del Smir, una fajita estrecha de menos de 100 metros de ancho, que se eleva hasta 10 ó 12 metros sobre el mar, y están constituídas por finísima arena.

Las dunas de la bocana del Negro tienen alguna mayor elevación, hasta 15 ó 20 metros, pero su longitud es muy corta, limitada al trayecto en que el río corre paralelamente a la costa.

## ZONA ATLÁNTICA

DEL

### PROTECTORADO ESPAÑOL EN MARRUECOS

En esta nota daremos a conocer el resultado de nuestros primeros estudios geológicos en la Zona Atlántica del Protectorado español, que comprende las regiones de Larache, Alcazarquivir y Arzila, prosiguiendo con esto el trabajo que por orden del Ministerio de Estado nos está encomendado. Al mismo tiempo publicamos los resultados de las observaciones que hemos efectuado en la Zona Internacional de Tánger, colindante y muy ligada geológicamente con la anterior.

Toda la faja, objeto de nuestro estudio, corresponde, según la acertada clasificación de M. Brives (1) al dividir las regiones geológicas de la parte occidental de Marruecos, a una «Zona de terrenos terciarios con *substratum* secundario», y está caracterizada por planicies más o menos onduladas, con débiles pliegues en los estratos.

En conjunto, el eje montañoso de la península del Norte marroquí es de estructura claramente uniclinal, según habían observado ya anteriormente varios geólogos que visitaron la región (Gentil, Fernández Navarro, etc.), y según hemos podido comprobar repetidamente al cortar normalmente la cadena montañosa entre Tetuán y Tánger, al Oeste de Ceuta, etc. En la parte oriental de la cadena (zona Ceuta-Tetuán) aparecen los terrenos antiguos, mientras que en la vertiente atlántica (Tánger-Larache) los pliegues eocenos paralelos a la costa van disminuyendo de altura, coincidiendo en general la pendiente del terreno con el buzamiento de los estratos y dando lugar a una serie de anchos valles orientados sensiblemente de Norte a Sur. Por último, cerca de la

(1) *Voyages au Maroc*, pág. 557.

costa aparece una serie de depósitos pliocenos que señalan un levantamiento posterior al gran hundimiento atlántico estudiado cuidadosamente por M. Louis Germain (1). Sin embargo, estos depósitos nunca se encuentran más que a alturas muy pequeñas, y si han penetrado hasta Alcazarquivir, denotando la existencia de un golfo plioceno, muy largo y estrecho, su altitud en este punto no pasa de algunas decenas de metros sobre el nivel actual del mar. Más al Sur, el movimiento tectónico ha sido mucho más pronunciado, pues en Agadir señala M. Gentil (2) la existencia de los estratos pliocenos a una altura de 200 a 250 metros.

Los geólogos que nos han precedido no mencionan más que los terrenos terciarios de esta región y limitan en el Lucus el *substratum* triásico, de importancia bien manifiesta en la región comprendida entre Fez y Alcazarquivir. Nosotros hemos encontrado manchones del triás, muy al Norte del citado río, con lo cual se demuestra la continuidad de esta formación a lo largo de la costa atlántica.

Acompañan al triás varias rocas hipogénicas y yacimientos salinos de gran importancia industrial.

Comenzaremos nuestro trabajo por una reseña geográfica de la zona en estudio; seguirá luego la descripción por orden cronológico de los distintos terrenos geológicos, y, por último, trataremos de algunos problemas interesantes de hidrología subterránea referentes a la región.

Nuestro estudio comprenderá la Zona Atlántica del Protectorado español y parte de la Internacional de Tánger.

## DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA

La zona de Larache a Tánger forma una larga faja paralela a la costa, comprendida entre el atlántico y las estribaciones occidentales de la cadena de montañas situada en terreno de las ca-

(1) *Sur l'Atlantide*, C. R. de l'Académie des Sciences, session 20 nov. de 1911.

(2) *Le Maroc Physique*, pág. 122.

bilas de Ahl-Serif, Beni-Gorfet y Beni-Aros, que forman el eje de la península del Norte marroquí. Más al Norte, esta zona se estrecha, limitada por las montañas de la cabila de Yebel-Hhebir y los montes que rodean la Zona Internacional. El estado de intranquilidad que aun reina en el interior del país nos ha impedido extender nuestras exploraciones más allá de los puestos militares avanzados situados en los primeros contrafuertes de las sierras.

Por el Sur, queda limitado este territorio por la frontera francesa que en la región de Alcazarquivir coincide con el río Lucus, y más al Oeste con el paralelo de la cabila de Jolot.

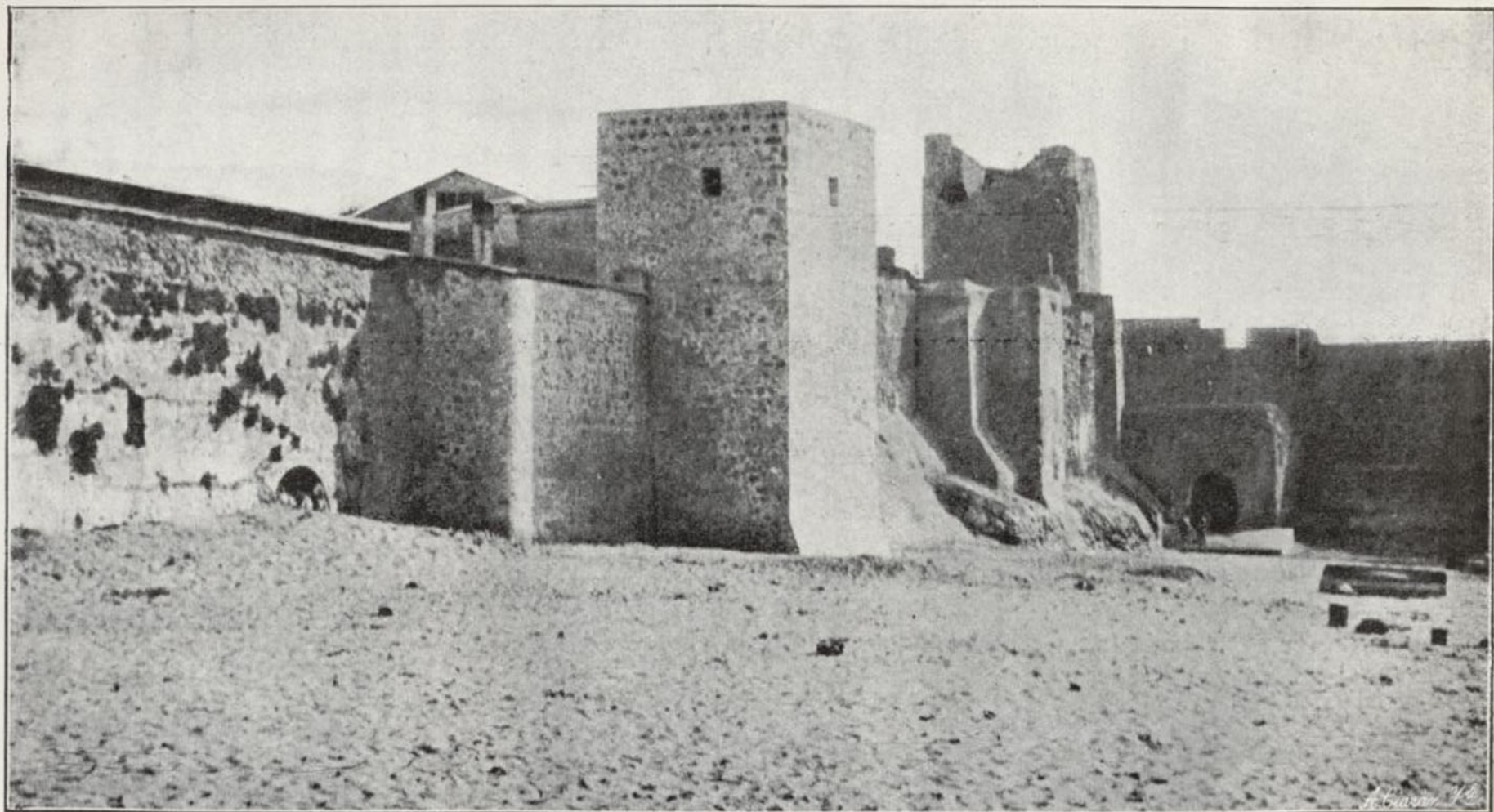
En la Zona Internacional nuestras investigaciones han quedado limitadas a la región situada al Oeste del meridiano de Tánger, única completamente pacificada.

Toda la zona visitada está formada por un terreno en general suavemente ondulado, sin que en la zona de nuestro Protectorado pase la altura máxima de 250 metros y en la Internacional, de 300 metros.

Al Sur y al Norte del Lucus se encuentran dos mesetas, poco elevadas, cubiertas por grandes arenales, que han recibido el nombre de Es-Sahhel y forman una faja costera, mientras que en el interior, los grandes valles se alinean de Norte a Sur, separados entre sí por colinas de muy escasa altura.

Esta zona queda interrumpida al Norte por un cordón transversal de montañas, procedente de las sierras de las cabilas de Yebel-Hhebir y Beni-Mezauuar, que llega hasta Akba el Hhamara (Cuesta Colorada). Al Norte de este cordón varía la alineación de las sierras sometidas a los movimientos tectónicos que produjeron la apertura del estrecho de Gibraltar, y tanto el macizo del Jenak Ain Dalia y Yebel Dar Shiro, como la cadena montañosa, que naciendo en Tánger pasa por el Yebel Quebir y muere en el cabo Espartel, están alineados de Este a Oeste.

Muchos y de muy variable importancia son los ríos y arroyos que cruzan en todos sentidos este territorio, y para enumerarlos con orden comenzaremos, contando de Norte a Sur, por los de la Zona Internacional.



PLAYA DE ARZILA.

En la bahía de Tánger desemboca el río Halk, formado por la reunión de tres arroyos: Suani, Mogoga y Melalehh. Este río y el pequeño arroyo de los Judíos, que separa el Marshan del Monte de Tánger, son los únicos cursos de agua que vierten al estrecho de Gibraltar.

Ya en el Atlántico, desemboca al Sur de cabo Espartel el Uad el Bugadú, de muy escaso caudal, que recoge las aguas de la parte occidental del Fahhz.

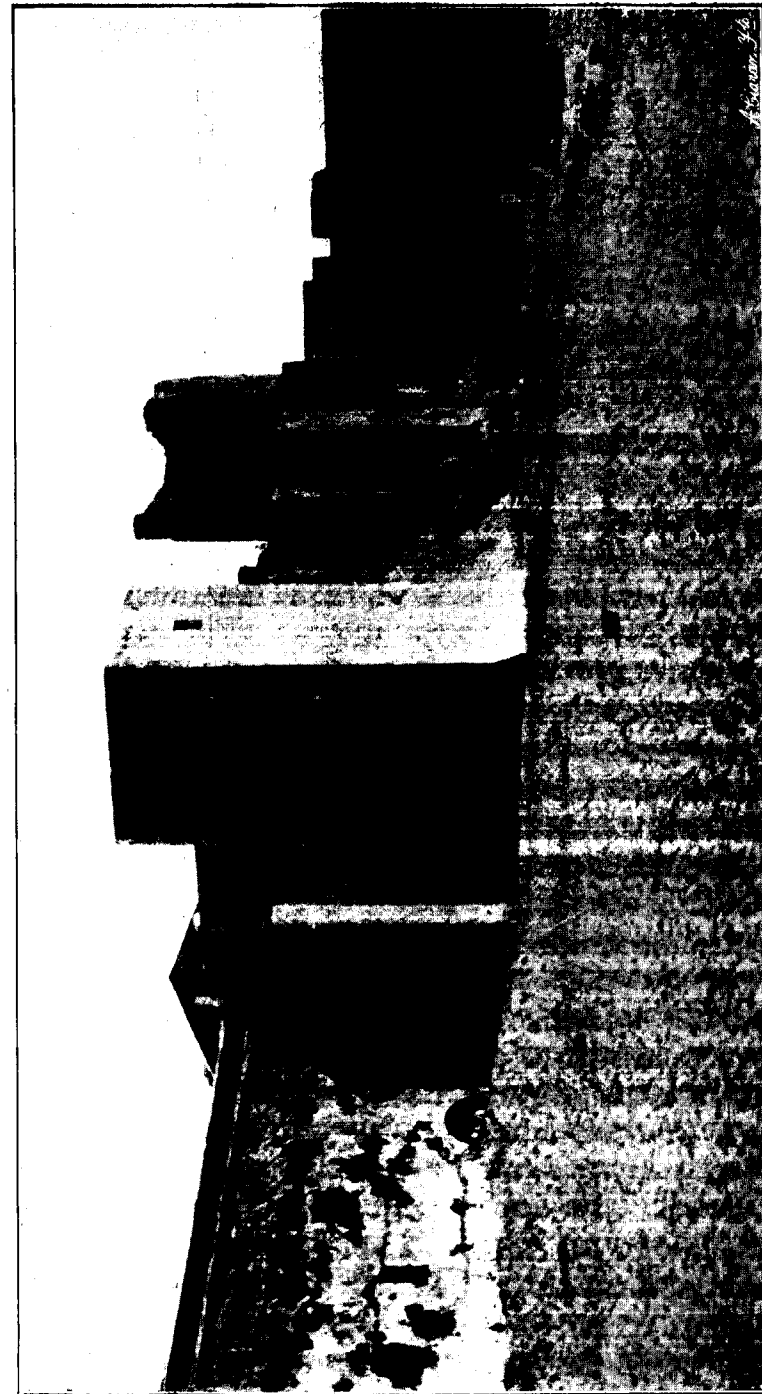
Estos son los ríos que propiamente corresponden a la Zona Internacional, pues el más importante de la región, el Uad el Mharhar forma la frontera, y sus principales afluentes, el Burín, el Quebir y el Taifn nacen todos en la zona española y tienen su origen en una multitud de riachuelos y arroyos que recogen las aguas de los grandes macizos montañosos de Anyera y Uad-Ras.

Entre el Bugadú y el Mharhar, se extiende la llanura pantanosa de Xarf e Akab, completamente inundada en la época de las lluvias por las avenidas del Mharhar. En verano, la llanura se reseca en su mayor parte, quedando varias lagunas entre las cuales las más importantes son las Marxa Xerinar, Marxa es-Seyira y Marxa Daidatz. La única que nunca llega a desecarse es la primera, pues existe en ella un manantial de un caudal que se aproxima a un litro por segundo.

Como afluente más importante del Mharhar, y situado en la zona española, está el Haxef o río de las Tembladeras.

Tanto en el Mharhar como en el Haxef se nota la influencia de las mareas a mucha distancia de la costa, pues es casi nulo el desnivel que tiene su curso. Esta circunstancia, unido a lo llano del terreno y a la naturaleza arcillosa del suelo, hace que en la época lluviosa se forme un gran lago en toda la última parte del valle del Haxef, que interrumpe la comunicación entre Tánger y las poblaciones de la Zona de nuestro Protectorado, y constituye una gran dificultad, tanto para la construcción de caminos y carreteras como para la del importantísimo ferrocarril de Tánger a Fez.

En la última parte de su curso, a unos dos kilómetros de la costa el Mharhar y el Haxef se juntan formando el Tzahadartz.



PLAYA DE ARZILA.

Los dos afluentes más importantes del Haxef son el Jobz y el Jarrub, separados entre sí por el gran macizo montañoso del Yebel Hhebir. El primero, que al principio toma el nombre de Hharixa, nace entre las cabilas de Beni-Mezauuar y Uad-Ras. El segundo, que en la parte mediana de su curso toma ya la dirección Norte a Sur general de los valles de la región interior, procede de la cabila de Beni-Aros sin que se conozca a punto fijo el lugar de su nacimiento.

Más al Sur, y ya en la zona de Arzila, se encuentra el Uad el Garifa, de poco caudal, llamado primero el Aiaxa; sus afluentes, de los cuales el principal es el Kuafed, nacen en la cabila de Beni Aros.

El valle por el cual corre el Garifa, divide en dos partes desiguales la meseta situada al Este de Arzila, quedando al Norte del río la planicie de Sok el Had y al Sur la de Eulad Aamar y Sok etz-Tzenin.

En Arzila desemboca un arroyuelo llamado río de Arzila o Uad el Helú, que riega las frondosas huertas inmediatas a la población.

El río llamado primero Rsafa, después Sebbz y, por último, Najla, recoge las aguas de la parte septentrional de la cabila de Es-Sahhel y desemboca junto a la Hhafa el Baida (Los Cenizos) en el Océano.

El Lucus, que en un recorrido de unos 60 kilómetros atraviesa diagonalmente la zona de Larache, es el único río que merezca el nombre de tal entre los de la Zona del Protectorado español, pues los dos que le siguen en importancia, el Muluya y el Martín, si bien son de gran caudal en invierno, lo tienen muy menguado en el estiaje.

El Lucus es perfectamente navegable para embarcaciones de mediano calado hasta Mexera Neyma, a mitad de distancia, entre Alcazarquivir y Larache, pero ofrece graves inconvenientes como vía de transporte comercial; en primer lugar, tiene una barra traicionera, que en gran parte del año impide el acceso al puerto, y en segundo término, las repetidas revueltas que forma el río al serpear por la llanura arcillosa en que está encajado, alargan más del doble el recorrido de Larache a Alcazarquivir.



Ambos inconvenientes podrían en gran parte evitarse con un canal que cortase a través las tres últimas curvas del río, aumentándose así su pendiente y el calado de la barra.

La mayor parte de los afluentes del Lucus se encuentran en la Zona francesa o en la española, aun inexplorada. Dentro de la zona ocupada en la margen izquierda no recibe ningún afluente de importancia, filtrándose las aguas de lluvia en los arenales de Jolot y no dando lugar a ningún curso de agua constante, no así por su margen derecha, donde múltiples arroyos recogen las aguas de las sierras de Beni-Gorfet, Es-Sahhel y Ahl-Serif y las conducen al Lucus.

De estos arroyos el más importante es el Mejacen, que separa en su curso superior las grandes cabilas de Beni-Gorfet y Ahl-Serif; afluyen al Mejacen el Uad Emaueruen y el Jolch Mekitzla ambos arroyos de caudal muy constante.

En la orilla derecha del Lucus, aguas abajo del Mejacen, se encuentran varias lagunas y pantanos que desaguan en el río por el Jolch Sibara y el Jolch del Kantara de Ainar; en la época lluviosa toda esta región, de escasa pendiente, se encuentra inundada.

En cuanto a la agricultura se refiere, se puede afirmar que esta Zona Atlántica es la más rica para toda clase de cultivos de secano y regadío de toda la parte ocupada de nuestro Protectorado en Marruecos.

Hay que distinguir dos clases de tierras distintas, las de las mesetas arenosas pliocenas, impropias para el cultivo y cubiertas de monte bajo, y las de los muchos y amplios valles con suelos arcillosos negros sumamente fértiles.

A la primer formación corresponde una gran parte de la cabila del Es-Sahhel, formada por un bosque de alcornoques, acebuches y madroños, con lentiscos y palmitos, que recibe el nombre de La Gaba.

Todo el borde de este espeso bosque está habitado por gran número de poblados cuyos moradores se dedican principalmente al carboneo, no aprovechándose la gran riqueza de corcho existente en el país.

Al Sudoeste de Larache también hay otros bosques, pero de menos extensión, llamados Gaba del Araix y Gaba de Buxarem; tampoco se explota esta riqueza forestal.

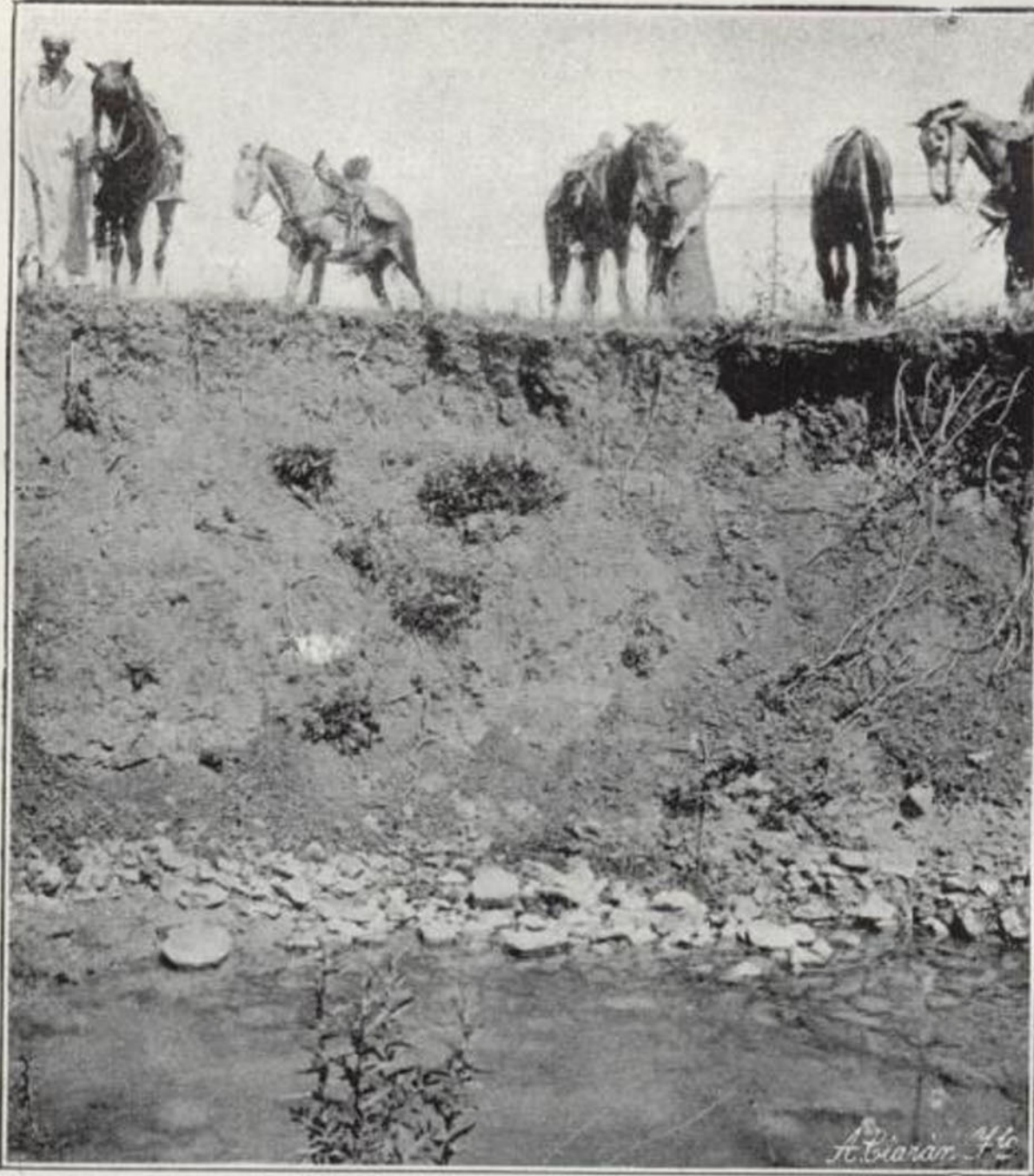
La mayor parte del territorio está formado por tierras oscuras arcillosas, unas veces eocenas y otras cuaternarias, muy cargadas de humus y excelentes para toda clase de cultivos. En las partes incultas abundan los prados naturales, formados principalmente por heno silvestre, mientras que en los campos laboreados, a pesar de las malísimas condiciones en que los indígenas trabajan dichas tierras y de lo rudimentario de sus útiles de cultivo, se obtienen espléndidas cosechas de toda clase de granos, principalmente cebada y *addora*, o sea una especie de mijo.

Las vegas de Alcazarquivir y Arzila son sumamente fértiles y están dedicadas al cultivo ortense, abundando mucho los árboles frutales.

Es una verdadera lástima que se encuentre sin cultivar el valle del Lucus, formado por limos aluviales fertilísimos, con una extensión de 30 kilómetros de longitud por un ancho variable entre dos y 10 kilómetros. Con un sistema de defensa contra las inundaciones, encauzando en algunos puntos el río y construyendo en ambas orillas canales de riego que tomasen el agua del mismo río, más arriba de Alcazarquivir, se podría formar una extensísima vega que nada tendría que envidiar a las más ricas de nuestras provincias de Levante y Andalucía.

Pero lo que tiene mayor importancia y en lo que hemos de insistir muy especialmente es en las excepcionales condiciones de esas tierras arcillosas, oscuras, sumamente fértiles, antes citadas, y que tan frecuentes son en los fondos de los valles, y que denominamos «tierras negras» y los indígenas «tirs». En realidad, la denominación de tierras negras no es del todo apropiada, pues si bien en nuestra zona tienen efectivamente color negro, más al Sur, en la parte francesa, existe, según los geólogos, un «tirs» rojizo (*hamri*) y otro violáceo; pero, casi sin excepción, el «tirs» de nuestra zona es de un color pardo muy oscuro, casi negro.

Hasta hace relativamente poco tiempo pasó inadvertida la exis-



ALUVIONES DEL LUCUS.



AIN YEDID: REBUSCADORES DE SAL.



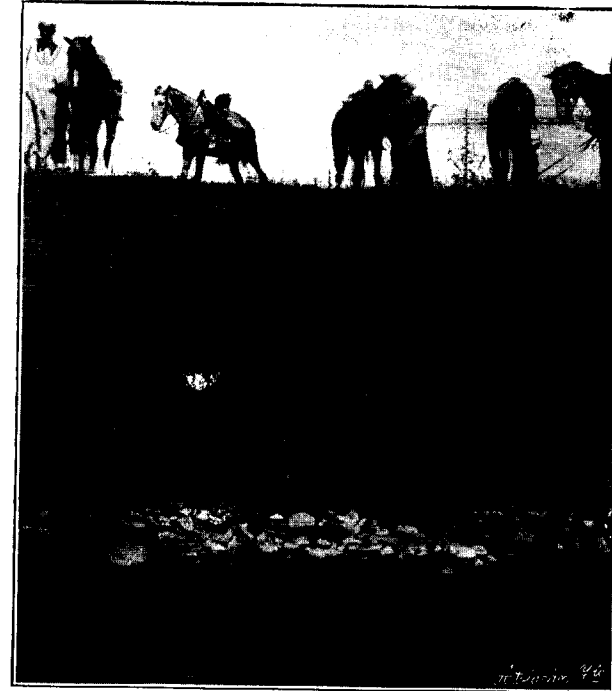
tencia de estas tierras y sus magníficas cualidades; en el año 1894 el geólogo alemán H. Theobald Fisher fué quien por primera vez llamó la atención acerca de esta clase de suelo tan fértil.

En nuestra zona atlántica estas tierras se manifiestan con cierta discontinuidad y siempre a bastante distancia de la costa. Su espesor es muy variable, por lo general pequeño, y casi siempre se encuentran mezcladas con piedras sueltas, procedentes del terreno infrayacente; de todas maneras, nunca es menor de 60 a 80 centímetros. En general son muy arcillosas, y están siempre localizadas en las depresiones y en el fondo de los valles. A consecuencia de la gran proporción de arcilla que contienen, en la temporada de lluvias se inundan y no se pueden trabajar, y después de secarse se agrietan hasta bastante profundidad. Esta circunstancia ocasiona graves inconvenientes cuando hay plantaciones arbóreas; pero, en cambio, ofrece la ventaja de que las tierras se meteorizan perfectamente hasta gran profundidad.

El origen de estas tierras es difícil de explicar, siendo varias las teorías emitidas respecto a este punto. Según H. Theobald Fisher, su formación es resultado de la siguiente serie de fenómenos: el polvo que el viento levanta en las regiones de las estepas del interior es arrastrado hacia el Oeste; los granillos de cuarzo y los restos orgánicos, frotando los unos contra los otros, se reducen más de tamaño, y acaban finalmente por depositarse en las regiones costeras, cuyo suelo se halla cubierto de exuberante vegetación, debida a la humedad del clima, y muy principalmente al rocío. Los restos vegetales que contienen las tierras negras son, para el eminente geógrafo, debidos en parte a las plantas que se encontraban *in situ*, y también a las arrastradas de las estepas.

El reputado explorador M. A. Brives, en disenso con esta teoría, supone que las tierras en cuestión son de origen pantanoso, es decir, que son resultado de un depósito hecho en grandes charcos de agua estancada, formados sobre terrenos impermeables en las depresiones del suelo.

Protesta contra esta teoría M. Louis Gentil en su obra *Le Ma-*



ALUVIONES DEL LUCUS.



AIN YEDID: REBUSCADORES DE SAL.

*roc Physic*, haciendo ver claramente lo falso del supuesto de un suelo impermeable, cuando él ha encontrado en muchos sitios, bajo las referidas tierras, margas, calizas y areniscas, evidentemente permeables.

Para este geólogo el origen de estas tierras debe buscarse en la naturaleza geológica y forma del terreno donde se encuentran, y deduce que son consecuencia de la desagregación y descalcificación de los terrenos calcáreos.

Los elementos clásticos insolubles (cuarzo, feldespato, etc.) de las rocas sedimentarias se acumulan y depositan mezclados con los productos de la descomposición de los vegetales de la flora herbácea anual, que crece bajo la influencia del clima húmedo de la zona litoral atlántica.

Nosotros estamos perfectamente de acuerdo con esta última teoría. No podemos admitir que el subsuelo sea impermeable, porque hemos comprobado repetidamente lo contrario, y creemos que el agua estancada es un elemento que ha contribuido a la formación como los demás, pero no el elemento primordial, como supone M. Brives. Una vez comenzado el depósito, entonces sí empezarían los estancamientos, pues constituyen estas tierras, por la gran proporción de arcilla que contienen una capa casi impermeable. Es también evidente que las materias vegetales y la gran cantidad de humus provienen de la descomposición más o menos completa de la vegetación, muy abundante a consecuencia de las condiciones favorables del clima.

Analizadas dos muestras de estas tierras, procedentes de las cercanías de Alcazarquivir, en el laboratorio de la Estación agronómica de la Moncloa, dieron el siguiente resultado:

## ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LA TIERRA FINA

Humedad.	Materia orgánica.	Caliza.	Arena.		Arcilla.
			Gruesa.	Fina.	
55,0	50,0	66,9	201,0	286,1	341,0
36,0	58,0	137,8	24,0	473,9	270,3

ANÁLISIS QUÍMICO EN 1.000 PARTES DE LA TIERRA EN TOTAL  
DESECADA A 100°

Cal.	Ácido fosfórico.	Potasa.	Nitrógeno.
37,480	0,798	4,207	2,324
77,200	2,913	4,149	2,618

Se explica por estos análisis la extraordinaria fertilidad de estas tierras, en vista de la gran proporción de arcilla que contienen y la abundancia de los cuatro elementos fundamentales: potasio, calcio, fósforo y nitrógeno.

La primera muestra es algo pobre en fósforo; pero esto tiene fácil remedio con el empleo de abonos y rotación de cosecha apropiada.

### ESTUDIO GEOLÓGICO

La zona objeto de nuestro estudio tiene que concretarse a la región ocupada militarmente, que, según se ha dicho, forma una faja costera de variable anchura, casi toda ella más o menos llana, sin que nos haya sido posible visitar las elevadas sierras de Beni-Mezauuar, Hhebib, Beni-Aros y Beni-Gorfet, que tanto interés deben de tener para el estudio de la tectónica de la región.

Aunque muchos geólogos han visitado esta zona, y muy principalmente las cercanías de Tánger, no se ha publicado ningún trabajo algo detallado de esta región, y únicamente existen algunos itinerarios geológicos, entre los cuales el de M. A. Brives (1) es el más interesante, por más que el mapa geológico del Rarb que acompaña a la obra tenga en la parte que corresponde a la zona española algunas inexactitudes.

De mucho interés son también las observaciones que sobre esta región publicó D. L. Fernández Navarro en la obra *Yebala y el bajo Lucus*.

(1) *Voyages au Maroc*, 1901-1907.

Toda esta faja, desde el punto de vista de la geología, presenta gran uniformidad; pero se puede dividir en dos zonas de tectónica distinta, si bien de la misma edad geológica, separadas por el valle del río de Las Tembladeras.

Al Norte de este valle las areniscas y calizas eocenas, en grandes bancos, forman tres cordones, orientados de Este a Oeste: el primero, enlazado con los macizos de Beni-Mezauuar, se extiende por el Meyabah hasta morir en los acantilados de Cuesta Colorado; el intermedio, de mucha menos importancia, forma el Norte del Mharhar los cerros de Dar Shiro y Ain Dalia, y, por último, en el litoral se extiende otro entre Tánger y cabo Espartel.

Esta formación terciaria se apoya, según hemos comprobado, sobre el cretáceo al Sur de Tánger; pero no hemos podido señalar los límites orientales de este terreno, por efecto del estado levantisco de los pobladores de esta región, que no dejan libre el tránsito por ella y nos han obligado a dejar para otras visitas posteriores el estudio detallado del cretáceo.

En la comarca situada al Sur del río de Las Tembladeras hay que distinguir varias zonas paralelas al litoral. Primero, una estrecha faja eocena, que forma la costa y que aparece cubierta en algunos puntos por molasas y areniscas pliocenas; después, las mesetas arenosas pliocenas, y siguen a éstas los valles de margas eocenas separadas por cerretes con cumbres de areniscas numulíticas, y, por último, ya en la zona aún no sometida, las grandes sierras de calizas y areniscas eocenas.

Dentro de esta formación terciaria hemos descubierto en algunos sitios, muy pocos por cierto, y con pequeñísima extensión, afloramientos triásicos acompañados de rocas hipogénicas.

El cuaternario tiene gran importancia en la comarca; extensos mantos diluviales cubren grandes extensiones del eoceno; existen también regiones con médanos de bastante amplitud y gran espesor, y los aluviones antiguos y modernos son de gran interés, principalmente por la extraordinaria fertilidad de sus suelos; solamente los aluviones del Lucus y de su principal afluente al Mejacen tienen unos 300 kilómetros cuadrados de extensión.

Tal es, a grandes rasgos, la geología de esta región, mucho más sencilla y uniforme que la del resto de la península del Norte marroquí; pasemos ahora al estudio de los distintos terrenos que la integran.

### **Terreno hipogénico.**

Hasta ahora se había creído que en toda la Zona Atlántica, y de acuerdo con la estructura uniclinal de la península del Norte marroquí, no se encontraban más que las formaciones modernas apoyadas sobre el eje clásico de la península.

Nosotros hemos comprobado la continuidad del *substratum* triásico, tan constante al Sur del Lucas, y en relación a las manchas triásicas, hemos encontrado hasta tres asomos hipogénicos de muy escasa extensión, pero de gran interés petrográfico.

El más importante por su extensión, por la variedad de sus rocas y por la intensa acción metamórfica que ha ejercido sobre los terrenos inmediatos, es uno que se encuentra al lado del poblado de Dzar Yedid, correspondiente al bajalato de Larache, y situado en el borde oriental de la meseta del Es-Sahhel.

Corresponde esta mancha hipogénica al eje de un pliegue anticlinal de las areniscas y margas eocenas; a Levante del asomo las margas oscuras eocenas buzan suavemente al Este, mientras que a Poniente, dentro del poblado, los grandes bancos de areniscas de la misma formación, bruscamente levantados, buzan unos 60° al Oeste.

La roca es una sienita ofítica, en su mayor parte muy descompuesta; otros ejemplares tienen grandes cristales sanos de ortosa y mica bronceada. El ingeniero D. Agustín Marín ha hecho, y publicará en su lugar correspondiente, el estudio microscópico de estas rocas.

La influencia de este asomo sobre las rocas cercanas, margas y calizas triásicas es muy manifiesta. Las margas se encuentran en muchos puntos completamente metamorfizadas y llenas de vetillas de azufre, procedentes de la transformación del yeso, muy abundante en esta mancha triásica. Las calizas también han su-

frido alteraciones bajo la acción metamórfica, y merece citarse como muy curiosa una variedad dolomítica acribillada de grandes cristales hexagonales de diapiro.

A mitad de distancia entre Dzar Yedid y Larache, entre el puesto de Policía y el poblado del Jemis, hay otro asomo hipogénico de mucha menos extensión, y cubierto hasta tal punto por las margas eocenas, que no se encuentra la roca eruptiva más que en el fondo de los barrancos, sin poderse ver si acompañan a este asomo las rocas triásicas.

La roca es la misma sienita ofítica, aun más descompuesta que en Dzar Yedid, hasta tal punto, que su masa está en estado terroso, y únicamente se encuentran algunos cantos sueltos más sanos.

El tercer manchón hipogénico lo encontramos al Norte de la Hhafa el Baida (Los Cenizos), en la misma playa, y distante unos 10 kilómetros de las otras dos manchitas.

La roca, muy parecida a la del Jemis, no asoma más que con una extensión de pocos metros cuadrados en el contacto de las margas eocenas con los yesos y margas de colores de una reducidísima manchita triásica que allí se encuentra.

También corresponde este asomo a un anticlinal de los estratos eocenos, pues Los Cenizos es el único punto de la costa donde aparece (con buzamiento al Este) el eoceno inferior. La rama occidental del anticlinal, desaparece debajo del Océano.

## **TERRENOS SEDIMENTARIOS**

### **Terreno triásico.**

Este terreno, que tanta importancia tiene en la costa mediterránea de la península Norte marroquí, y que entre Fez y Alcazarquivir se encuentra siempre formando la base de los terrenos más modernos, desde el liás al mioceno (1), ocupa muy pequeña

(1) M. A. Brives: *Voyages au Maroc*, pág. 564.

extensión en el territorio objeto de este estudio, quedando reducido a dos manchitas, acompañadas de las rocas hipogénicas descriptas. Indudablemente esto es debido a que los movimientos tectónicos no han sido tan violentos como en la región situada al Sur del Lucus, y los anticlinales no son lo bastante agudos para que resulten al descubierto las rocas inferiores, las cuales sólo asoman en los casos en que han sido rotos por la acción de masas hipogénicas.

En la zona de Ceuta-Tetuán el triás está siempre directamente cubierto por el liás; en el borde del Atlas los geólogos franceses afirman que está cubierto normalmente por el cretáceo; es lástima que la reducida extensión de estas manchas no nos permita ver si el contacto directo del eoceno con el triás es general en esta región, o accidental y debido al empuje de las masas hipogénicas que acompañan a las formaciones secundarias.

La mancha triásica más importante llega escasamente a un kilómetro cuadrado de extensión, y está situada al Este de Djar Yedid, poblado situado en el borde oriental de la meseta pliocena del Es-Sahhel. La formación no asoma más que en la parte rota de un anticlinal, y en su mayor parte quedan enmascarados sus materiales por las rocas hipogénicas que la atraviesan.

Las margas características del sistema son en su mayor parte grises, aunque en algunos puntos tienen los colores vivos propios de esta formación.

Los bancos de caliza no asoman más que en reducido espacio, son magnesianas, silíceas, más o menos arcillosas, gris-azuladas o amarillentas. Otros bancos de caliza son más puros, con grandes vetas espáticas.

Al extremo Sur de la mancha, al lado de unos bancos de calizas, unos compactos, negros, y otros llenos de grietas y oquedades, se encuentra una masa de dolomia con grandes cristales de difiro.

Abundan en contacto con la sienita ofítica, unas arcillas azuladas, que lo mismo pueden ser pizarras triásicas que margas numulíticas metamorfozadas, en contacto de la roca hipogénica. En

unas margas, cerca de estas arcillas, aparecen unos vetarrones amarillos de azufre.

Entre las arcillas se encuentran cristales de yeso de bastante tamaño, y, a juzgar por el terreno removido y las escombreras existentes, han sido estas yeseras objeto de una explotación importante por parte de los moros.

Al pie del cerro donde se encuentra el yeso nacen varios manantiales salados que aprovechan los naturales del país en la obtención de la sal común, evaporando el agua en balsas construídas al objeto. Únicamente pueden aprovechar para la evaporación los meses de verano, pues en el resto del año son demasiado abundantes las lluvias.

También obtienen la sal removiendo las arcillas, entre las cuales recogen concreciones y nódulos desde el tamaño de una avellana al de una nuez. Estos nódulos son muy poco abundantes, y, como su tamaño es muy reducido, resulta que esta operación sólo puede efectuarse con alguna ventaja merced a la extremada baratura de los jornales.

Los moros han abierto en las margas un pozo, encontrando, a los cinco metros de profundidad, un banco casi horizontal de sal común, cuyo espesor total se desconoce, habiendo ya reconocidos unos tres metros.

La sal, en general es bastante pura, de color gris, con algunas zonas rojizas y núcleos y vetillas de arcilla roja.

Encima de la sal hay un banco de un metro de espesor, de alabastrites, con vetillas de pirita ferrocobrizada.

La mayor parte de la sal que se consume en la región, y que constituye una de las principales materias de comercio en los zocos, es compacta, de color gris azulada, y procede de yacimientos análogos a este que explotan los indígenas de la zona del protectorado francés.

Esta mancha triásica queda interrumpida en un corto trecho por una colina de unos 50 metros de altura, formada por la sienita ofítica. Encima de esta roca hipogénica, y directamente en contacto con ella, hay una fajita de margas y areniscas eocenas; pero,



al poco trecho, en dirección a Tessana, vuelve a aparecer el triás.

Mucha menor importancia tiene otra manchita triásica situada al Norte de la Hhafa el Baida (Los Cenizos), pues no llega a 200 metros su dimensión mayor.

Acompaña a esta mancha triásica un asomo de sienita muy descompuesta.

Las únicas rocas que se encuentran en esta mancha son las margas abigarradas del sistema y grandes masas de yeso de colores muy vivos, que aprisionan nódulos de caliza negra triásica y margas y areniscas eocenas.

Esta masa yesosa se halla íntimamente ligada con la sienita, que ha ejercido también una acción epigénica muy intensa sobre las margas y calizas eocenas, ambas cruzadas en todos sentidos por innumerables vetas yesosas.

La relación entre el triás, los yacimientos salinos, las emanaciones sulfurosas y la aparición de rocas ofíticas se conoce desde muy antiguo, y M. Brives (1) la consigna como un rasgo general en toda la región comprendida entre el Uad Mda y Fez.

### Terreno eoceno.

Es el que mayor importancia tiene en la región, tanto por su extensión como por su espesor, y comunica, por efecto de la variable dureza de las rocas que lo componen; calizas, areniscas y margas, especial relieve a la topografía del terreno, que está caracterizada por cordones, poco elevados por lo general, de areniscas, que separan grandes valles de laderas poco pendientes, formados por las margas y rellenos en su parte central por el «tirs» o tierras negras, mezcla de las margas con las rocas aluviales.

Siguiendo la división establecida por Mallada (2) para el numulítico, o sea eoceno esencialmente marino, se encuentran repre-

(1) *Voyages au Maroc*, pág. 464.

(2) *Explicación del Mapa Geológico de España*, t. VI, pág. 8.

sentadas en la región, si bien con muy desigual desarrollo, los tres tramos de la península ibérica. El inferior, esencialmente calizo, no asoma más que en pocos puntos; el medio, margoso, tiene gran extensión y espesor; y el superior, de macifios, con fucoïdes, también se presenta constantemente, si bien, lo mismo que se ha observado en las provincias de Cádiz y Málaga, las areniscas y arcillas eocenas son contemporáneas.

Monsieur A. Brives (1) divide el eoceno del Rarb, en el cual está enclavada la zona que nos ocupa, en tres tramos distintos.

El tramo inferior lo forman las capas que, según las distintas regiones, descansan sobre el triás, el jurásico o el cretáceo, y están formadas por arcillas pardas o blancas, encima de las cuales se encuentran las calizas con pedernal. Es el eoceno inferior típico de Argelia. En la proximidad de Larache no asoma en ningún sitio la formación sobre la cual se apoya este tramo; pero, en Los Cenizos (Hhafa el Baida) se encuentran las arcillas blancas del sistema encima de las margas abigarradas y yesos irisados del triás.

Esto, unido a lo que se observa en el pequeño asomo triásico de Dxar Yedid y la ausencia de toda mancha cretácea o jurásica, nos prueba que, efectivamente, debe de admitirse, al menos en la faja costera, que el eoceno se apoya directamente sobre el triás. Es casi seguro que en los macizos de montañas aun inexplorados de las cabilas de Beni-Gorfet y Beni-Aros se encuentre debajo del eoceno el cretáceo, que más al Norte se ha descubierto en la zona de Tánger, entre Ain Dalia y Barain.

En el segundo tramo, según M. Brives, se encuentran «margas, generalmente blancas, con intercalaciones de areniscas finas, que acaban por dominar en la parte superior del tramo». En los bancos de arenisca de grano más grueso se encuentran multitud de numulites, algunos bancos de pudingas de pequeños elementos, así como lentejones de calizas con *lithothamnium* y numulitos. En nuestra zona no hemos encontrado las margas blancas, pues directamente encima del tramo inferior se encuentran margas obs-

(1) *Voyages au Maroc*, pág. 467.

curas, que alternan con algunos bancos delgados de areniscas, con numulites. Encima de estas rocas se presentan siempre, y constituyendo un excelente piso de referencia, grandes bancos de arenisca deleznable y arenas sueltas, blanquecinas y amarillas, que en algunos sitios miden 15 ó 20 metros de espesor. Encima de este nivel, y correspondiendo a lo que Brives llama piso superior del tramo medio, hemos encontrado localmente bancos de caliza con multitud de pequeños gasterópodos y algunos lechos de conglomerados de elementos calizos.

El tramo superior de M. Brives está formado por «arcillas pizarreñas con algunos bancos de areniscas en la parte superior». Están en discordancia con las capas inferiores, y son parecidas a las arcillas medjanienses de Argelia. Encima de estas arcillas hay areniscas compactas, en grandes bancos, que pasan en la parte superior a areniscas deleznales de grano grueso, cuarzoso, en concordancia con las arcillas pizarreñas de la misma edad.

El piso de arcillas pizarreñas es muy importante en la zona; rellena extensos valles, y, envuelto por las tierras negras cuaternarias, forma el «firs» de los valles de Tzelatza, Tzenin, etc. No hemos observado discordancia alguna entre este piso y el inferior, y, en cuanto a los grandes bancos de areniscas, ya hemos dicho que en esta zona se encuentran debajo de las margas oscuras.

No podemos señalar todavía los límites orientales del eoceno, por avanzar este terreno fuera de la zona ocupada militarmente. En una faja paralela a la costa queda cubierto el eoceno por terrenos más modernos, pliocenos y cuaternarios; pero el litoral propiamente dicho es eoceno, desde Tánger hasta Larache, exceptuando los llanos aluviales de los ríos Mharhar y Haxef y las manchas pliocenas, situadas junto a Arzila y al Noroeste de Larache.

En general el eoceno de la región es muy pobre en fósiles y únicamente hemos encontrado algunos numulitos en las molasas de la base del sistema y algunos moldes de gasterópodos y lamelibranquios en los bancos de caliza intercalados entre las margas oscuras; por esta circunstancia y por encontrarse gran parte de la formación cubierta por terrenos más modernos resulta muy di-

ficil el descifrar exactamente la estratigrafía, siendo necesario guiarse casi siempre por los caracteres litológicos de las capas.

Resumiendo nuestras observaciones podemos decir que:

1.º El tramo más bajo del sistema en la región, es el de las calizas de colores amarillos y grises que se encuentran en las canteras del monte Xemmis, junto a Larache.

2.º Sobre este tramo se encuentra el de las margas blancas con nódulos de pedernal, nivel completamente azoico, al parecer.

3.º Encima se hallan las potentes capas de arenisca de variable color y textura, alternando con bancos de margas oscuras. Esta arenisca presenta intercalaciones de caliza arcillosa, bien sea en masas lenticulares o formando pequeños bancos. En este nivel, aunque con muy poca frecuencia, se encuentran numulitos.

4.º Por último, el piso superior, de muy considerable espesor, está formado por varios niveles muy potentes de margas pizarreñas, generalmente muy oscuras, que alternan con otros bancos delgados, de caliza unas veces, de areniscas otras, y con menos frecuencia con un conglomerado de elementos y cemento calizos; este piso es el que mayor superficie ocupa en la zona y únicamente hemos logrado encontrar fósiles en los conglomerados y las calizas, y esto en muy contados sitios.

Pasemos ahora a la descripción detallada del eoceno dentro del territorio recorrido, para lo cual comenzaremos por el Sur, donde predominan los pisos inferiores, y terminaremos con la zona de Tánger.

Al Norte del Lucas, en el monte Xemmis, donde estuvo situada la ciudad romana de Lixus, se ha abierto una gran cantera destinada a surtir las obras del puerto de Larache; esta cantera, con un frente de más de 20 metros de altura, está abierta en grandes bancos de molasas amarillas de grano fino alternantes con calizas muy silíceas de colores grises y amarillentos. Ambas rocas varían mucho en su textura y compacidad, no solamente de un nivel a otro, sino dentro de los mismos bancos, encontrándose al lado de una zona compacta y dura otra blanda y deleznable, circunstancia que

hace que no se pueda emplear más que una pequeña parte de la roca arrancada. Tampoco es buena piedra para la construcción, pues en contacto con los agentes atmosféricos se descompone rápidamente.

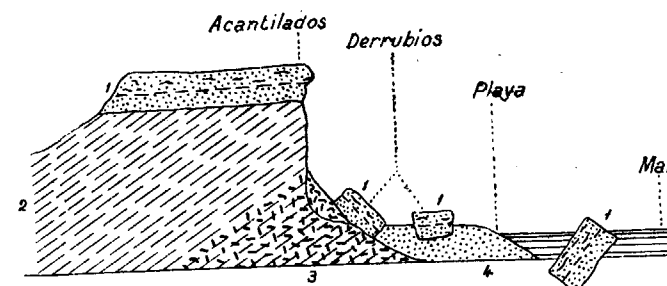
Aunque no pudimos llegar hasta la frontera francesa por el estado de agitación que había entre los cabileños, comprobamos que el eoceno sigue extendiéndose al Sur del Lucus hacia el Yebel Sarsar, es decir, que pasada la estrecha faja de aluviones del río continúa la gran marcha eocena que, sin interrupción, se extiende desde la costa, entre Larache y Arzila, hasta Alcazarquivir.

En esta extensa mancha hemos encontrado dos fajas del tramo segundo o de las margas blancas, una, la menos extensa, situada en la misma costa, y que comprende desde unos siete kilómetros al Norte de Larache hasta punta Cenitosa, Los Cenizos o Hhafa el Baida (1), y la otra, formando una faja larguísima que comprende una serie de cerros aislados, donde se encuentran situadas las posiciones militares más orientales de la zona ocupada y que de Sur a Norte son El Gayton, Hayera Tuila, Tarcuntz, Sidi bu Hhaya, Mulei bu Selham, Cudia del Abid, Dxar Kessiba, etc.

La primera de estas dos fajas forma en la costa unos acantilados casi verticales, que en algunos sitios alcanzan hasta cerca de 50 metros de altura, y están formados por margas arcillosas muy compactas, de colores claros, que varían desde el blanco al grisáceo y en algunos sitios amarillas. Buzan al Este y reciben encima los demás tramos del sistema. Carecen de fósiles al parecer y están cubiertas en muchos sitios por unas areniscas compactas y conglomerados pliocenos que han defendido de los derrubios la parte superior de los cortes, contribuyendo así a la conservación de los acantilados. La anchura de la faja es pequeña, por quedar en seguida oculta por las capas de los pisos superiores y también por una duna litoral, que, con ligeras interrupciones y variando

(1) Que quiere decir monte Blanco. Los tres nombres son debidos al color que imprimen las margas a los acantilados.

constantemente de anchura y espesor, ocupa casi todo este trozo de costa.



Corte junto a hafa el Baida.

1. Arenisca pliocena.—2. Margas blancas eocenas.—3. Idem con pedernal.—4. Arenas.

En algunos puntos, tal como junto a la Hhafa el Baida, estas margas están cruzadas por una red de gruesas vetas de pedernal negro.

Al Norte de la manchita eruptiva de Los Cenizos hay unos bancos de caliza tosca formada por una masa de espículas de coralarios y de numulitos de pequeño tamaño. Este interesante nivel, que solamente hemos encontrado en este punto, se superpone a las margas blancas y se encuentra un poco debajo del gran nivel de areniscas deleznales que más adelante describiremos.

El sitio donde la faja de margas tiene mayor anchura es frente al poblado de Beni Malec, donde llega desde la playa hasta el mismo poblado, lo que representa una amplitud de dos kilómetros. En este paraje son menos arcillosas y algo más oscuras que en la costa, encontrándose con frecuencia grandes fucoides en los bancos más silíceos.

El segundo asomo de este tramo se encuentra en El Gayton, a dos kilómetros al Sudoeste de la posición de Hayera Tuila. Las margas tienen color muy claro, son compactas y finamente estratificadas, alineadas de Norte a Sur con buzamiento de 70° al Este. Más al Norte, las margas desaparecen en el valle situado



DXAR BENI MALEC: ARENISCAS EOCENAS.

entre dicha posición y la de Tarcuntz, donde vuelven a encontrarse, formando el mogote de este nombre que tiene cerca de 100 metros de altura sobre el llano. Son blancas, muy arcillosas y compactas, están cruzadas de vetas espáticas y contienen además gran cantidad de nódulos de piritita de hierro. Vuelven a desaparecer en el valle del río Emaueruen; se manifiestan luego de nuevo en Sidi bu Hhaya y Mulei bu Selham para desaparecer hasta Cudia del Abid, donde se presentan en un ancho de unos tres kilómetros.

En este punto las margas, muy blancas y foliáceas, están casi verticales, algo inclinadas hacia el Este-Nordeste. Hay algunos bancos que son más compactos, y entonces la roca es algo más oscura y con cristales de piritita de hierro. También contienen las margas, núcleos, masas y vetas de caliza espática, y en algunos bancos, más calíferos, se encuentran núcleos de pedernal.

Más al Norte aparecen de nuevo estas margas en Kessiba y Xarkia con los mismos caracteres generales de siempre, y ya no comprobamos su presencia hasta la zona de Tánger.

Los únicos restos fósiles que hemos comprobado en estas margas son algunas hojitas vegetales inclasificables.

No se vuelven a descubrir las margas blancas hasta que se llega al Norte del río Mharhar en la zona internacional, y no asoman más que en un reducido espacio en las laderas meridionales del Yebel Haraix, donde se inclinan violentamente al Este. Están cubiertas por areniscas en las cumbres del monte y ocultas por el aluvial del río, que se extiende hasta un kilómetro al Norte del vado de Mexeraa el Hayar en el Mharhar, sin que pueda apreciarse el espesor de la formación, por no aflorar más que los estratos superiores del piso.

Al Este del gran llano formado por los valles de los ríos Moga y Melalehh en la vertiente occidental del Yebel Haraix, se encuentran margas blancas con multitud de inclusiones ferruginosas, en capas que buzcan hacia el Oeste y corresponden a la rama oriental de un amplio sinclinal relleno por las margas del piso superior.



DXAR BENI MALEC: ARENISCAS EOCENAS.

La separación entre el segundo y el tercer piso del eoceno es mucho más difícil de hacer que entre el segundo y el ya descrito; pues son muy parecidas las rocas que lo forman. Sin embargo, según se representa en los cortes geológicos que acompañan este trabajo, en el piso medio del eoceno hay unos grandes bancos de arenisca y arenas sueltas amarillas que se presentan con gran regularidad y pueden servir de excelente nivel de referencia.

A partir de la costa se encuentran por primera vez estas areniscas, formando una faja que comienza en el monte Xemmis, situado a cuatro kilómetros al Norte de Larache, queda en un trecho cubierta por el plioceno, reaparece en el Dxar de Mezgalef y sigue por los pueblos de El Aonzar, Er Ruah, Beni Malec, Beni Meslem, Dmina y las sierras de Demyen y Simussa, hasta terminar en el Dxar Gararfa, donde desaparece debajo del plioceno. Es de notar que casi todos los poblados de la región están asentados sobre estos bancos, que les ofrecen refugio en sus cuevas, buena piedra para construir las casas, y fuentes abundantes, cuyo origen se debe a la interclusión de estas areniscas, que son muy permeables entre dos niveles impermeables de margas.

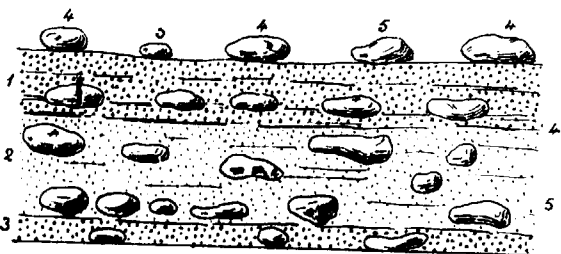
La inclinación general de las capas en toda la faja es de unos 45° al Este, y las rocas varían bastante en composición y textura de unos puntos a otros.

En el monte Xemmis se encuentra, encima de los grandes bancos de arenisca amarilla, un nivel de unos tres metros de margas compactas alternantes con delgados lechos arenosos.

En el poblado de Mezgalef asoman por debajo del plioceno las areniscas eocenas, bastante deleznable, que aprisionan en su masa grandes cantos redondeados (algunos de más de un metro cúbico) de caliza parda de igual edad geológica. Esta misma formación se repite frecuentemente en el litoral, formando siempre grandes bancos y sin separarse mucho de la costa. Próximamente a mitad de distancia, entre Mezgalef y Dxiar, encontramos, dentro de las areniscas deleznable amarillas del eoceno, gruesos cantos y peñones de arenisca mucho más compacta y de caliza eocena. Algunas veces estos peñones, siempre muy redondeados, están alineados



siguiendo una estratificación que no se reconoce en las arenas que los envuelven. Esta formación parece costera y puede ser el resultado de una cimentación de las arenas, aprisionando entre ellas los bloques de los acantilados de arenisca y caliza que hubiese en la playa eocena.



Corte de las areniscas eocenas al Norte de Dxar Mezgaléf.

1. Arenisca de grano grueso. 2. Arenas.—3. Arenisca.—4. Arenisca del eoceno inferior.—5. Calizas del eoceno inferior.

La misma formación, con análogos caracteres, se encuentra repetidas veces, siguiendo hacia el Norte paralelamente a la costa, hasta llegar al plioceno del Sur de Arzila.

Todos los cerros del macizo montañoso que comprende los Duares del Aonzar, Er-Ruah, Beni Malec, el Dahar de Zeradeb, Arhlhana, y Beni Meslem están formados por los grandes bancos arenosos de la cadena litoral. Atravesando la sierra de Demyen por el camino que conduce de Arzila a Larache, se cruzan constantemente los afloramientos de estos bancos que alternan con otros de caliza: cerca del poblado de Gararfa, situado a seis kilómetros al Sur de Arzila, comprobamos la existencia de las calizas pardas y azuladas, tan frecuentes en el eoceno. La sierra de que se trata tiene unos siete kilómetros de largo y 250 metros de altura, y separa la costa de la serie de valles margosos que se extienden al Este.

Las capas de esta gran formación de arenisca tienen buzamiento variable entre el Este y el Nordeste, y forman la rama occidental de un sinclinal que ha quedado cubierto por las margas superiores y por el plioceno. La rama oriental del mismo constituye otro asomo

de este piso, que se manifiesta al Este del plioceno del Es-Sahhel, formando una cadena paralela a la anterior y que pasa por una serie de poblados que, a partir de Sur a Norte, son los siguientes: Bedana el Taif, Belaa, Ulad Daned, Tessana, Ain Yedid y Ain Kataá. En toda esta zona los estratos buzan al Oeste; cerca del último poblado, los bancos se arquean y toman la dirección Nordeste para ir a unirse con los afloramientos de la cadena primera cerca de los poblados de Miyilau y Ulad el Aarbi.

Todos los poblados, desde el Taif hasta Ain-Kataá, van jalando la mancha pliocena del Es-Sahhel, y determinan la separación de las dos formaciones terciarias.

Los bancos de arenisca amarilla son de muy poca cohesión, y en algunos sitios pasan a masas de arenas sueltas, que ocupan las cumbres de los cerrillos, y quedan cubiertas en las depresiones por las margas.

Dada la composición geológica de esta zona, se explica perfectamente que en los bancos de arenisca, y también donde las arenas pliocenas se apoyan directamente sobre las margas más antiguas, nazcan una serie de fuentes, algunas de gran importancia, como la de Tessana, donde se riegan con ella extensas huertas y también en el camino de Tzelatza de Reisana, donde abrevan los ganados de los frecuentes convoyes que por allí circulan.

Estos bancos de areniscas, que constituyen la rama oriental del sinclinal citado, son a su vez la rama occidental de un pequeño anticlinal, roto por el triás de las cercanías de Dxar Yedid.

En las cercanías del poblado de Tessana es más compleja la formación eocena, pues además de areniscas amarillas y blanquecinas de muy diversa cohesión y grano, se encuentra en un corto trecho un banco de conglomerado poligénico, correspondiente a un piso algo superior y una capa de arenisca muy compacta, casi una cuarcita, intercalada entre las areniscas. También se ven varios bancos de caliza compacta arcillosa de color gris azulado.

Las areniscas están ocultas, por el Este de los poblados últimamente citados, en un ancho valle formado por las margas superiores del sistema, pero aparecen en varios puntos, dentro del espa-



ARENISCAS EOCENAS EN EL ARROYO DE TZELATZA.

cio comprendido entre el Sok-etz-Tzelatza de Reisana y Sok-etz-Tzenín, con los bancos en dirección próximamente Norte-Sur; pero cerca ya del Tzenín se arquean hacia el Este, pasando por el poblado de Ulad el Currix con marcado buzamiento al Nordeste.

En los cerros cercanos a Ulad el Currix se encuentran entre las areniscas friables unas calizas azuladas y pardas, muy duras, que se explotan en varias canteras; son las calizas más puras de toda la región.

Entre el Sok-etz-Tzenín y la costa quedan ocultas las areniscas debajo de la meseta pliocena primero, y después, debajo del aluvial del río de Las Tembladeras, y no vuelven a encontrarse hasta el Norte del Jandak Beni-Dradar, afluente de este río.

Monsieur Brives ha encontrado estas areniscas en el Zok-etz-Tzelatza de Reisana, y por sus caracteres litológicos las clasifica como del mioceno inferior; pero observando los mismos bancos algo más al Norte, junto al Sok-etz-Tzenín, se ve claramente que buzán el Este y reciben encima las margas eocenas, excluyéndose así la posibilidad de que sean miocenas.

Al Sur de la colina, donde se encuentra el fortín de Tzelatza, las areniscas buzán 70° al Nordeste; son unas veces compactas y duras, de grano muy fino; otras, blandas y deleznable, y, por último, las hay también completamente transformadas en arena; sólo presentan mayor cohesión cuando están impregnadas de materiales ferruginosos. La desigual cohesión de la roca ha dado por resultado el que el arroyo, al excavar las areniscas, dé formas muy caprichosas a las partes derrumbadas, formando a veces grandes embudos o estrechos y profundos surcos. Al Sur de esta colina nacen en los bancos de arenisca unas fuentes muy abundantes. Toda la colina está formada por areniscas y arenas sueltas, y cubierta de una vegetación raquílica que contrasta con la de los fértiles valles que la rodean.

Estos bancos de arenisca son idénticos a los que se extienden desde Ain Belaa hasta Ain Kataá, pasando por Dzar Yedid, y corresponden a la rama occidental del anticlinal, cuyo eje pasa por el valle del Uad Bu Fecran.



ARENISCAS EOCENAS EN EL ARROYO DE TZELATZA.

Al Norte del Jandak Beni Dradar, afluente del Uad el Haxef, ya cerca del límite de la zona española, vuelven a aparecer las areniscas en la cuesta Colorada (Akba el Hhamara), así llamada por el color de la roca. Son, en general, duras y compactas, y en algunos sitios parecen verdaderas cuarcitas. Las formas de esta roca con aristas cortantes, el color rojizo de las arenas, resultado de su descomposición y la vegetación de líquenes que la cubre, dan a esta formación un aspecto muy semejante al del terreno siluriano.

Los estratos alineados, primero de Norte a Sur, cambian de dirección (análogamente a lo sucedido en Tzenín), y formando un arco se dirigen de Noroeste a Sudeste con buzamiento predominante al Nordeste. Sin embargo, son frecuentes los trastornos estratigráficos locales.

Por consecuencia de los trastornos estratigráficos, se han formado algunas depresiones del terreno sin desagüe natural, resultando que la mayor parte del año están inundadas, formándose lagunas de agua dulce; así sucede junto al Dxar Kahauxa, donde hay dos de bastante extensión.

En la parte alta del cerro, donde está situado el puesto militar de cuesta Colorada, los bancos de arenisca tienen gran espesor y dureza, son concordantes y forman grandes crestones con relieve muy saliente en los cerros que, por lo general, son redondos en la formación terciaria.

En algunas partes de cuesta Colorada están cubiertas las areniscas de tierras con cantos rodados de arenisca impregnada de hierro, circunstancia debida a que las aguas de varias fuentes de las cercanías de la posición son muy ferruginosas.

Según M. Brives, al pie del Akba el Hhamara se encuentran las capas del eoceno inferior, y encima unas pudingas y areniscas, cuya coloración ha dado nombre a la cuesta, y que corresponden al mioceno inferior (carteniense). Se presenta la formación más moderna muy levantada buzando al Suroeste.

A nuestro entender, estos bancos de arenisca, con una coloración puramente local, debida a la existencia de las fuentes ferruginosas, son sencillamente la prolongación de los bancos de are-

nisca que forman un cordón a todo lo largo del litoral, y que aquí cambian de dirección, levantándose más bruscamente en el final de la cuesta, principalmente en Zeguidla. El no haber encontrado en ellos fósiles, nos inducen a la creencia de que sean eocenas y no cartenienses, piso en el cual abundan estos restos.

Entre el puesto militar de cuesta Colorada y Zeguidla, avanza un brazo del aluvial del Uad Mharhar, pero en el segundo de estos puntos vuelven a presentarse las areniscas de cuesta Colorada, formando grandes bancos con buzamiento muy pronunciado al Sudeste. Hay entre las dos posiciones un sinclinal eoceno cubierto por el aluvial del valle.

En la zona internacional tiene gran extensión y espesor el piso de las areniscas que forma toda la sierra que partiendo de Tánger hacia el Oeste se eleva en el Marshan, para quedar interrumpida en el arroyo de los Judíos, y después, con alturas de cerca de 300 metros, continuar por el Yebel Quebir y el Yebel es-Sloka hasta terminar en los grandes acantilados de cabo Espartel.

En el arroyo de los Judíos se observan repetidos trastornos estratigráficos y pequeñas fallas en las areniscas, cuyas rocas están en grandes bancos, y son al principio duras y compactas en la cala de los Judíos; pero según se sube por el arroyo del mismo nombre, van siendo más blandas, quedando al fin cubiertas por las margas pizarreñas superiores que rellenan todo el llano que recorre el Uad Bubana.

En los acantilados del Yebel Quebir los bancos tienen buzamiento suave oriental, mientras que ya cerca del cabo Espartel es septentrional. Más cerca de Tánger las areniscas buzan al Suroeste y forman un gran sinclinal cubierto por las margas que empiezan a presentarse en la prolongación occidental del Yebel Dar Shiro con buzamiento en sentido contrario; todo el terreno comprendido entre ambas sierras, está formado por anchos valles de margas, cubiertas con algún manto de tierras de labor.

Debajo de las areniscas, en el Yebel Haraix, asoman las margas blancas del nivel inferior.

El cordón más oriental de este tramo del eoceno forma la rama.

Este del último sinclinal de la serie de plegamientos que hemos descrito, ya en el límite de la zona pacificada. En la cumbre del cerro, donde está situada la posición militar de Hayera Tuila, se ven unos bancos de molasas y areniscas eocenas con fuerte buzamiento hacia el Oeste. La roca es poco compacta, algo ferruginosa, y en sus lechos de estratificación hemos encontrado algunos delgados tallos vegetales: al pie de estos bancos, en su contacto con las margas, nace una fuente llamada de la Higuera, de escaso caudal, pero constante.

Los mismos bancos se encuentran más al Sur en la posición del Yebel Huati con algunos otros de caliza arcillosa. Entre Hayera Tuila y Cudia Beni-Mesguil hay un pequeño pliegue, pues a la mitad del camino, próximamente, aparecen las areniscas con buzamiento oriental. Más al Norte desaparecen estas rocas bajo los depósitos modernos del valle del Mejacen. Al Este de Cudia del Abid, en una rápida visita hecha a Sidi Mbarec el día de la operación militar y toma de esta última posición, logramos encontrar también estos mismos bancos de areniscas que son amarillas y bastante deleznable. Más al Este se divisaban con los gemelos los macizos, aun inexplorados, de calizas al parecer eocenas de la cabila de Beni-Aros.

Las rocas del tramo superior del eoceno son de una gran variedad. Como antes indicamos, el nivel más importante lo constituyen las margas arcillosas oscuras que muchas veces, en la superficie, se presentan mezcladas con las tierras negras cuaternarias. Alternando con estas margas existen varias capas de areniscas y calizas, todas de poco espesor, y más raramente, pudingas y conglomerados. Toda la serie de valles comprendidos entre los plegamientos que hemos consignado, están constituidos por las margas mezcladas con tierras diluviales, constituyendo magníficas zonas de cultivo.

Resulta de lo expuesto que en el centro de la zona existe un gran anticlinal cuyo eje pasa por Dxar Yedid y dos sinclinales a los lados. La rama Oeste del sinclinal más próximo a la costa se encuentra, en primer término, junto al poblado del Jemis, donde

asoma este tramo fuertemente inclinado con buzamiento al Este, representado por margas oscuras, calizas, y una brecha de elementos muy pequeños entre los cuales se distinguen trocitos de marga y caliza. En general, esta brecha, que únicamente hemos encontrado en dos o tres sitios, es muy arcillosa y de consistencia terrosa. Más al Norte, después de pasada la mancha pliocena, asoman estas capas cerca del poblado de Aonzar, y luego desaparecen ocultándose bajo las margas eocenas.

Al Oeste de esta zona relativamente montañosa, desciende el terreno hacia la costa formando una serie de colinas suaves de margas oscuras numulíticas con buzamientos de unos 45° hacia el Este y con más de dos kilómetros de ancho, lo que denota claramente el gran espesor que allí tiene este tramo del eoceno.

Cerca de la fuente de las Adelfas (Ain Delfa) encontramos sobre las margas numulíticas, multitud de cantos rodados de una caliza negra muy dura de aspecto cretáceo con algunos fósiles mal conservados. La explicación de la presencia de estos cantos es algo problemática, pues no hay ríos en este lugar que permitan admitir el supuesto de un arrastre desde las cordilleras del interior; es lo más probable que procedan de la playa que avanzó hasta este punto, actualmente retirado a un kilómetro de la costa.

Cerca del poblado de Nyarín al Este de la planicie pliocena del Es-Sahhel, afloran de nuevo las capas de El Jemis, pero con buzamiento hacia el Oeste. Las calizas intercaladas entre las areniscas son unas veces brechoides y otras muy arcillosas, con multitud de manchas ferruginosas que le dan aspecto abigarrado. Contienen multitud de jacillas fósiles, en su mayor parte muy mal conservados.

Siguiendo hacia el Norte, recién pasado el poblado de Ain-Kataá, se ocultan estas calizas bajo las margas arcillosas superiores del mismo tramo, que forman el pequeño valle del río Nemmania, al llegar al poblado del Beni-Quisán asoman de nuevo, desapareciendo bajo el valle margoso del río Sebbz. En el valle de Nemmania encontramos, entre los aluviones, un canto rodado de caliza negra secundaria fosilífera, siendo muy difícil, dada la actual orografía del terreno, explicarse este hallazgo.

Más al Este y antes de llegar a la cadena montañosa formada por margas blancas del tramo inferior, hay dos nuevos asomos de las capas de areniscas intercaladas entre las margas, correspondiendo a dos cordones de colinas de poca importancia alineados próximamente de Norte a Sur. El primero aparece entre el río Mejacen y el zoco de Tzelatza y el segundo sigue el camino de Ulades-Sultan. Estas areniscas son a veces muy duras y en otras ocasiones muy descompuestas y deleznable, según las capas a que pertenezcan.

El resto de esta gran mancha eocena está formada por lo general por las margas arcillosas oscuras características del sistema.

Resulta así que por el Sur y por el Este de Alcazarquivir, desde el límite mismo de nuestra zona, empiezan estas margas que, cambiando poco de caracteres, no se pierden hasta llegar a Tánger.

Toda la región Este y Sudeste de Alcazarquivir hasta llegar a los altos cerros del Yebel Huati y Yebel Gani está constituida, excepto la faja de aluvial del río, por un terreno ondulado de margas oscuras eocenas ocultas en parte por las tierras negras cuaternarias, sin que se pueda fijar con exactitud los límites de estas dos formaciones.

Cerca del poblado de Mzaina, afloran entre las margas unas capas de caliza fuertemente inclinadas hacia el Este que se explotan en una pequeña cantera: en general, la roca es muy silíceo, pero hay algunos bancos en que es bastante pura. Se encuentran frecuentemente dentro de la caliza pequeñas inclusiones de glauconia.

Entre Alcazarquivir y Hayera Tuila, se extiende una región ondulada formada por margas, adquiriendo mayor altura los cerros al llegar a este último punto.

Al Este de Hayera Tuila se encuentra un valle de unos dos kilómetros de anchura y después, fuera de la zona dominada, comienzan las sierras alineadas próximamente de Norte a Sur y formando tres escalones distintos por lo menos, con grandes ma-



sas de calizas en las alturas. Entre Alcazarquivir y el Ferscana, las margas eocenas se confunden con las tierras negras de labor de análoga composición y color. Más al Norte los arroyos Ferscana y Uarur, de muy corto caudal, serpean entre las margas obscuras eocenas.

El camino que lleva desde Alcazarquivir al vado del río Mejacen, sigue constantemente el límite entre el eoceno, que se encuentra a levante formando unos cerros de margas pizarreñas, y una extensa llanura cuaternaria que se extiende sin interrupción hasta el valle del Lucus. A unos tres kilómetros al Noroeste de Alcazarquivir se ven unos cerretes eocenos, únicos existentes en la llanura.

En el vado del río Mejacen se presentan en el lecho del río, entre las margas pardas eocenas, unos bancos de arenisca que se dirigen de Norte a Sur con buzamiento al Este.

Por la parte oriental de Tarcuntz se extiende un llano de margas de unos dos kilómetros de ancho, después se encuentra el primer contrafuerte de la sierra y por último el gran macizo de la sierra de Beni-Gorfet. En ésta se ven con los gemelos unos grandes frentes rocosos, sin que pueda determinarse su naturaleza ni el buzamiento de los estratos.

En la vertiente oriental de las colinas en que está situado el Sok-etz-Tzenín, se extiende un extenso valle que se enlaza por un puerto muy bajo con otro que pasa al Este de Tzelatza, formando un paso obligado del importantísimo ferrocarril internacional de Tánger a Fez.

Al Oeste y Noroeste de Tzenín, entre la meseta pliocena y la cadena montañosa de areniscas del litoral, se encuentra una región de fértiles campos en que se entremezclan y confunden los suelos formados por las margas numulíticas con las tierras de labor cuaternarias.

Entre el meridiano Tzelatza-Tzenín y la zona oriental de margas blancas de la base del sistema, se cruza una gran extensión de valles margosos, interrumpidos por el cordón montañoso de areniscas del Bab el Mogdor, Dahar el Hhayar y Dahar Tuamer.

Los valles, cultivados en una gran extensión, están bañados por varios riachuelos, siendo los más importantes los denominados Emaueruen, Goxded, Hartzan, bu Duma, Hazaro, etc. En los cortes recientes de las margas aparecen éstas compactas y pizarreñas de color gris blanquecino.

Al Este de Cudia del Abid, entre la faja de margas blancas del eoceno inferior y los macizos aun inexplorados de calizas de Beni-Aros, se extienden una serie de colinas formadas por las margas obscuras eocenas con algunos lechos delgados de arenisca; y en dos niveles distintos, unas capas delgadas de caliza silícea dura y hojosa.

Al Nordeste de Zok-etz-Tzenín, es decir, en dirección a Dzar Kessiba se cruza igualmente un amplio valle margoso, bañado por el río Sidi Aiixa y cubierto frecuentemente por tierras de labor cuaternarias. Destacan en él algunos cerretes de escasa importancia, hasta llegar al zoco el Arbaa y Cudia Kessiba, monte de considerable altura.

La misma formación continúa por el Norte hasta Rfaif y zoco el Had, que poco más o menos limitan la gran mancha pliocena de Arzila.

Entre los ríos Haxef y Mharhar no se descubre el piso de margas, asomando sólo el nivel inferior de areniscas. Al Norte del Mharhar, pasado los llanos aluviales del río, se presentan al principio los pisos inferiores del eoceno y no se encuentran las margas pizarreñas hasta traspasar los cerros de Dar Shiro y Jenak Ain Dalia, pero desde aquí hasta las proximidades de Tánger se extienden éstas rodeando la mancha cretácea del Fáhzh.

En el monte de Tánger las areniscas tienen buzamiento al Suroeste, y luego en Ain Dalia aparecen de nuevo en la prolongación oriental del Yebel Dar Shiro buzando en sentido contrario, es decir, formando la otra rama del sinclinal.

En la carretera que conduce de Tánger a la estación de radiotelegrafía, se cruzan las margas pizarreñas pardas finamente estratificadas, alternantes con otros bancos más silíceos. Se ven también, aunque con menos frecuencia, unos lechos delgados de un

aglomerado de guijo silíceo muy menudo. Los estratos se hallan casi verticales cerca de la estación, buzan al Norte, después se tienden, y al comenzar el barranco de los Judíos sufren multitud de pequeños trastornos locales.

En este barranco de los Judíos puede apreciarse el espesor de la formación margosa sobrepuesta a los grandes bancos de arenisca del monte de Tánger y el Marxan.

En las huertas situadas al Suroeste de Tánger quedan cubiertas las margas por aluviones de muy poco espesor y en todos los llanos por donde cruzan los arroyos Mogoga, Bubana, Zammar, etc., se mezclan y confunden las tierras de las margas con las de labor diluviales, constituyendo el «tirs», que tan fértil hace toda la región del Fahhz de Tánger.

Al Este del río Suani, en el límite de la zona que nos fué posible visitar, hay unas margas de color pardo oscuro, al parecer cretáceas con inclusiones de una substancia blanca talcosa.

En las laderas del monte donde está situado el poblado de Xarf, las margas se presentan en capas muy verticales y son más foliáceas, más compactas y más resistentes a la descomposición que la generalidad de las de la región.

Quizás pertenezcan estas margas al cretáceo, como han afirmado otros geólogos (Gentil, Brives, etc.), que lograron recorrer la zona situada al Este de Tánger; nosotros, pareciéndonos acertado este criterio, no hemos podido comprobarlo.

### Terreno plioceno.

Después del eoceno, el terreno plioceno es el que sigue en extensión a los que forman la zona del Protectorado Español en la región Atlántica.

Están representados, si bien con muy desigual extensión, los tramos segundo y tercero de los cuatro en que Mallada (1) divide este sistema, pues el plasenciense únicamente aparece junto a la

(1) *Explicación del Mapa geológico de España*, t. VII, pág. 6.

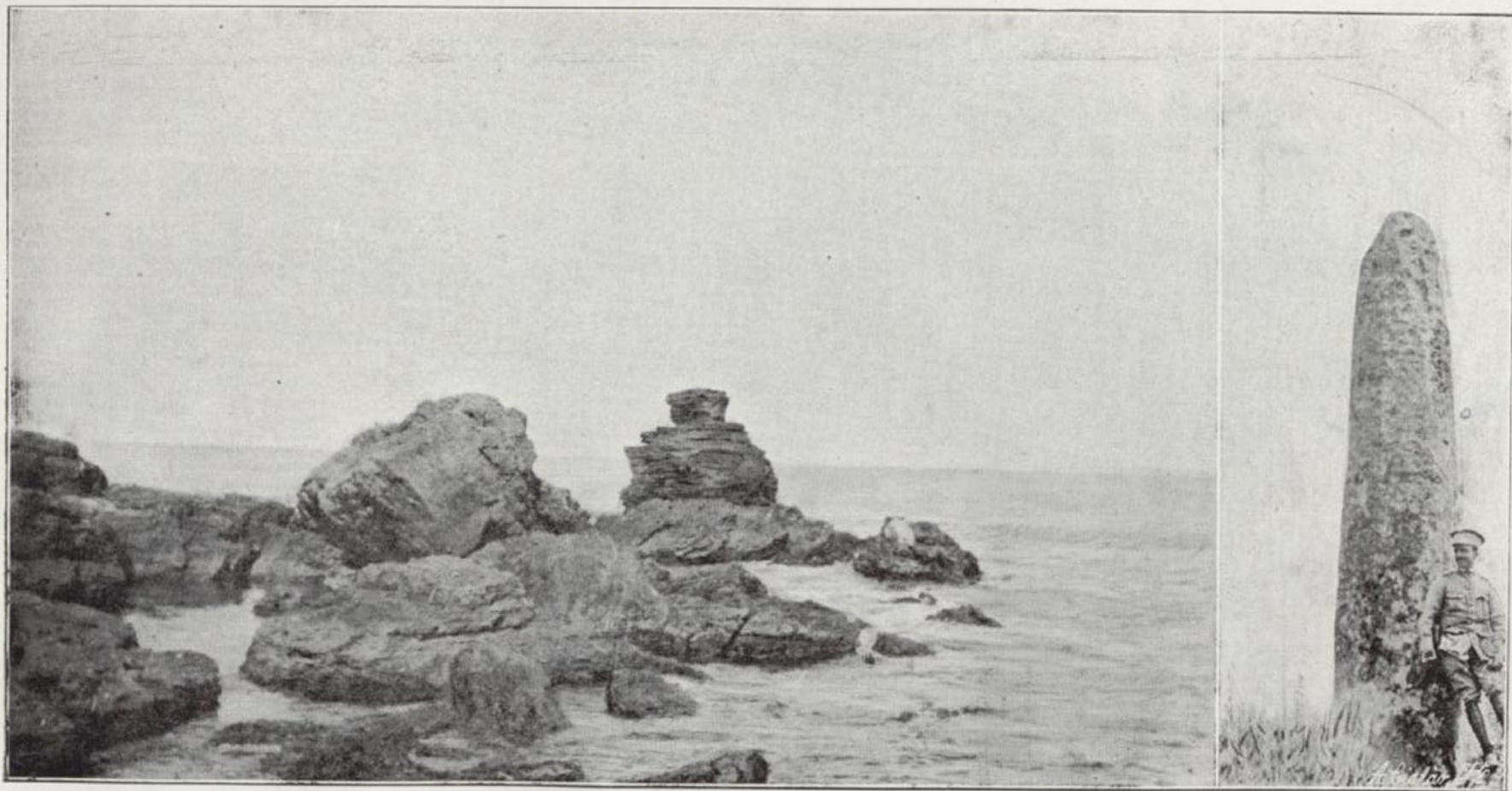
playa de Tánger, en las huertas de Alcazarquivir, debajo de la población de Larache y junto a Arzila, mientras que el astiense forma una faja muy estrecha sobrepuesta a los acantilados en parte del litoral y se extiende en tres grandes manchas que, contando de Norte a Sur, se encuentran, la primera al Este de Arzila, la segunda en la Gaba de la cabila de Es-Sahhel y la tercera al Sur y Sudeste de Larache, hasta penetrar en la zona francesa. Además de estas tres grandes manchas, hay algunas más pequeñas que han quedado como testigos de un terreno que debió cubrir todo el territorio hasta el pie de las sierras del interior y que ha desaparecido en gran parte por efecto de los derrubios.

Empezaremos por describir los afloramientos plasencienses, todos ellos de muy reducida extensión, si bien el haber encontrado este tramo en Larache y después en unos pozos junto a Alcazarquivir, demuestra que durante el período plioceno debió existir allí un largo y estrecho golfo, cuyos depósitos han quedado después cubiertos por los aluviones del Lucus.

Larache está situado en unos acantilados formados por bancos de pudingas y areniscas deleznales, debajo de los cuales asoman en la costa las arcillas azules plasencienses al nivel mismo del mar; en el contacto de ambas formaciones brotan varias fuentes bastante caudalosas. De este asomo arcilloso trata M. Brives en su obra *Voyages au Maroc*.

Estas mismas arcillas vuelven a encontrarse a unos 30 metros de altura sobre el nivel del mar, en los desmontes de la carretera, junto al antiguo castillo de Larache. Entre las arcillas de estos desmontes hemos encontrado algunos restos, muy mal conservados, de *Pecten*, *Cardium*, *Venus* y *Natica*, sin que se pueda determinar las especies a que pertenecen.

No vuelven a aparecer las arcillas en todo el valle del Lucus, exclusivamente formado por aluviones, pero al perforar junto a Alcazarquivir unos pozos, en busca de agua potable con que surtir a la población, se han encontrado, a 12 metros de profundidad, estas mismas arcillas, de color azul, en las que hemos recogido las especies fósiles siguientes:

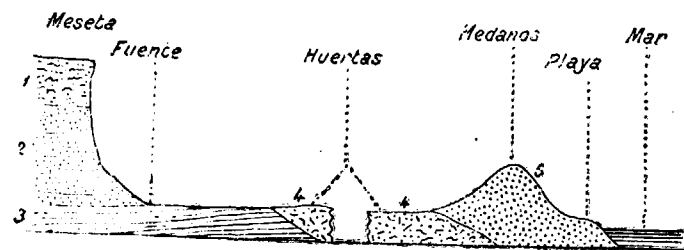


DERRUBIOS TERCARIOS EN LA COSTA DE RAS-EN-NADOR.

MENHIR DE EMZORA.

*Venus Islandicoides* Lam., *Balanus tintinabulum* Lin., *Dentalium, sexangulare* Lam., *D. fosile* Lam. y *Turritella subangulata* Broc.

En la costa atlántica vuelve a asomar el plasenciense únicamente en Arzila, junto a la playa, donde aparecen con un corto espesor las arcillas de colores claros azulados y amarillentos.



Corte próximo a Arzila.

1. Arenisca ferruginosa.—2. Arenas astienses.—3. Arcillas azules.—4. Mantos diluviales.—5. Arenas.

Directamente encima de las arcillas, se encuentran las molasas análogas a las de Larache, si bien por tener el cemento calcáreo son más consistentes y más duras. Según subimos estratigráficamente, las areniscas pasan a arenas sueltas, tránsito que puede observarse en el camino que de Arzila conduce al campamento de Laoz.

En el fondo de la bahía de Tánger, en el valle del Suani, se encuentran las arcillas azules, cubiertas casi totalmente por tierras de labor y por una extensa marisma. En estas arcillas se encuentra el *Cardium edulis* Lin. y varias especies de ostreas. Este terreno tiene gran importancia para la hidrología de la región, pues constituye un nivel impermeable bastante favorable para el alumbramiento de aguas, sobre todo junto a la población.

En la base del astiense se encuentran unos bancos de pudingas y areniscas de grano muy grueso, que en muchos puntos de la costa forman la parte alta de los acantilados eocenos. Tienen hasta 20 metros de espesor y se elevan en algunos puntos hasta 80 ó 100 metros sobre el mar, pero no constituyen, como afirma



MENHIR DE EMZORA.

DERRUBIOS TERCIARIOS EN LA COSTA DE RAS-EN-NADOR.

M. Brives (1), un borde que se extiende desde el cabo Espartel por todo el litoral, pues lo general es que las margas y areniscas eocenas, sin recubrimiento alguno, lleguen hasta la misma costa, y en otros muchos puntos la duna litoral se apoya directamente sobre las margas eocenas, sin que aparezcan las capas pliocenas.

Los bancos de areniscas y puddingas se presentan en los acantilados situados entre Larache y Ras en Nador, apoyándose directamente sobre las margas; tienen unos 20 metros de espesor y en algunos niveles son muy fosilíferos, predominando las siguientes especies: *Ostrea cucullata* Born., *Cardium tuberculatum* Lin., *C. equinetum* Lin., *Pecten (Yanira) Jacobaeus* Lin., *Natica haccbraea* Martyn.

Al Norte del Lucas se reduce mucho el espesor de este piso, que queda representado por algunos bancos con *Ostrea cucullata*; más al Norte, la duna se apoya directamente sobre el eoceno y no se encuentran las areniscas hasta cerca de punta Cenitosa, donde forman un banco muy duro y compacto, de cuatro a seis metros de grueso. Toda la playa está llena de grandes trozos de esta arenisca, desprendidos del borde superior de los acantilados después que por la erosión se han destruido las margas blancas eocenas infrayacentes.

De las tres grandes manchas, formadas por las arenas astien-ses, la más septentrional queda dividida en dos partes de desigual extensión por el aluvión del río Garifa, y llega por el Norte hasta los aluviones del río de Las Tembladeras, mientras que por el Este rebasa en un kilómetro próximamente las ruinas de la antigua ciudad romana de Mercuri, Zok-el-Had y Zok-etz-Tzenín; desde este último punto, la línea de separación de los dos pisos terciarios tiene dirección próximamente Noroeste, pasa al Sur de Dzar Hhomar y toca al Atlántico a un kilómetro al Sur de Arzila.

La mancha pliocena del Garifa está compuesta exclusivamente por arenas de diferente cohesión y grano: unas veces, completamente sueltas, se confunden con algunas dunas locales formadas,

(1) Brives: *Voyages au Maroc*, pág. 468.

cuando la vegetación es poco frondosa, por los persistentes vendavales del Oeste; otras, más compactas y duras, pasan a una arenisca deleznable, y aun otras veces se ven lechos y lentejones algo arcillosos. Falta casi completamente el cemento ferruginoso, tan abundante en la mancha del Es-Sahhel, y que allí comunica a la formación un color rojizo característico.

Por el Sur empieza la mancha pliocena de Arzila, en el Sok-etz-Tzenín, situado en el borde de una meseta que se eleva unos 50 metros sobre el valle eoceno situado a Levante.

En el camino del Sok-etz-Tzenín a Arzila se cruza la misma formación hasta llegar a las cercanías de Dxar Hhomar, donde, en unas lomas, asoman unos bancos horizontales de areniscas con *Ostrea lamellosa* Broc., *Ostrea edulis* Lin., *Pleuromnecta cristata* Born., *Cardium edule* Lin., *Pecten maximus* Lin., *Tellina nitida* Poli, etc.

Estos bancos corresponden a un nivel con areniscas amarillentas y verdosas, inferior al del Sok-etz-Tzenín.

En esta mancha pliocena astiense, pueden distinguirse dos niveles distintos: el inferior, más compacto, algo arcilloso, amarillento y fosilífero; y el superior, de arenas sueltas, rojizas, y de grano más grueso. La formación continúa hasta llegar al mismo Arzila, donde asoma el plasenciense, junto a la playa.

Entre Zok etz-Tzenín y el poblado de Emzora se extiende la formación arenosa del nivel superior, y lo mismo sucede entre este poblado y el del Hhomar, donde forma un terreno ligeramente ondulado, poblado por la cabila de Eulad Amar.

En Emzora se encuentran unos restos de monumentos prehistóricos, sumamente interesantes. Consisten en un promontorio central, en forma de cono truncado, de unos 10 a 12 metros de elevación por 30 ó 40 de diámetro, rodeado por un círculo de piedras de un metro próximamente de altura, entre las cuales sobresale una de unos cuatro metros de alto, que aun se conserva vertical.

Además de este monumento principal, se encuentran, a menos de 100 metros de distancia, hasta seis monumentos más, todos ellos derruidos. Estaban formados por tres grandes piedras, una mayor que las demás, que formaban un altar; en algunos también

se ve otra piedra alargada, que debió estar de pie al lado del altar; una de estas últimas mide unos cinco metros de largo.

Los monumentos están hechos con arenisca eocena, que han debido transportar lo menos desde una distancia de dos kilómetros, pues Emzora aun se encuentra dentro de la mancha pliocena, si bien cerca de su borde oriental.

A partir de Emzora sigue el límite del plioceno hacia Poniente, pasando por los poblados de Berrian, Ulad Abd-el Querím, y luego se encuentra el aluvial del río Garifa hasta llegar al mar. Pasado este río, reaparece el plioceno, cuyo límite por el Sur forma una curva para tocar al poblado de Rfaif, y sube después siguiendo el contorno ya descrito.

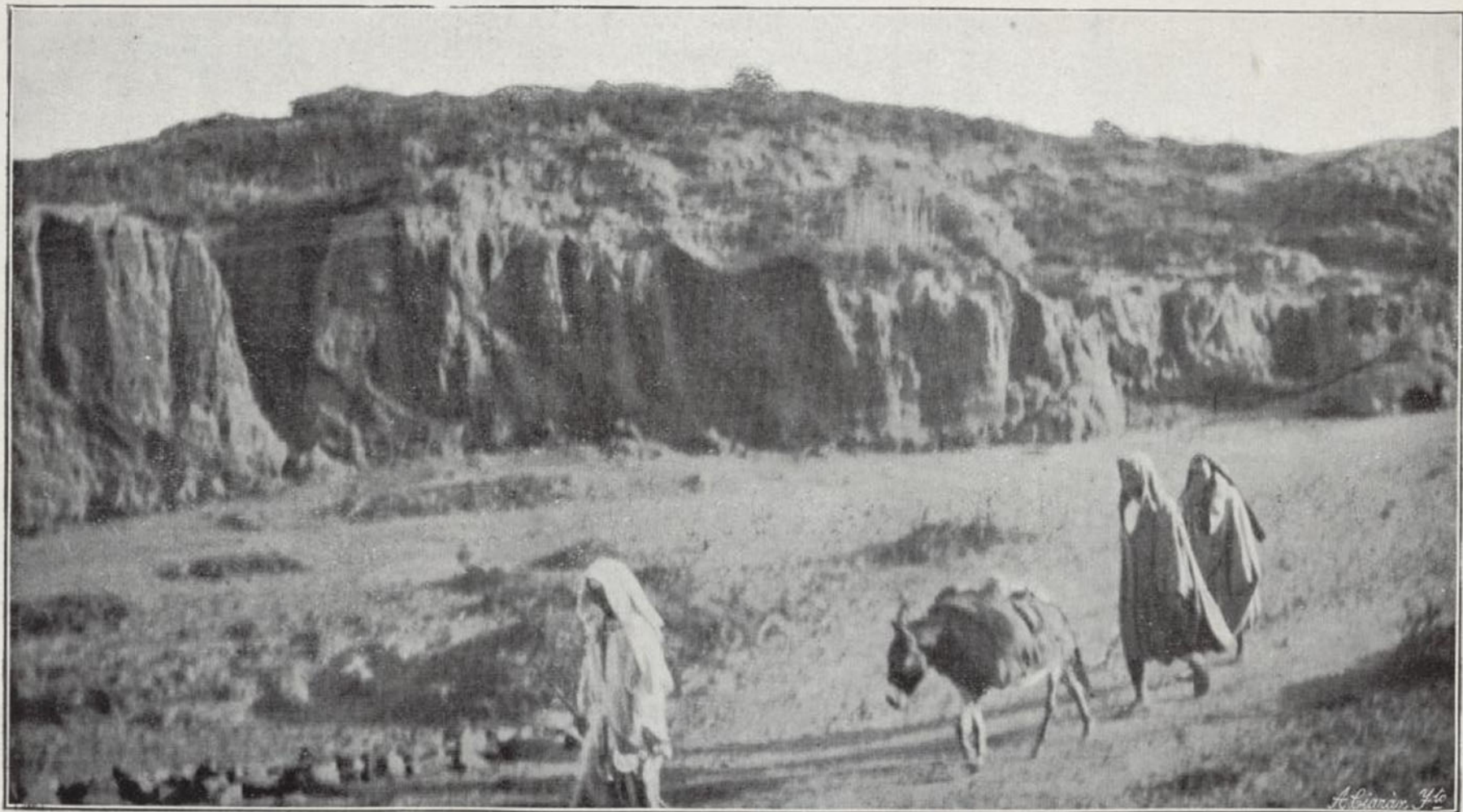
En la ladera Sur de la colina, donde está situado el puesto de Policía indígena de Rfaif, se ven muy bien los dos niveles del piso superior del plioceno; el inferior, amarillento, con abundantes ostreas, principalmente *O. lamellosa* Broc, y el superior, azoico, de arenas sueltas de color rojizo. Esta última formación, de aspecto de duna y pobre vegetación, se extiende por todo el llano ondulado, comprendido entre Rfaif y Sok-el-Had, y continúa desde este punto por el Norte en unos dos kilómetros, siguiendo luego hasta cerca del río Haxef, cubierta por algunas manchas aluviales, ya arenosas o bien pedregosas, con multitud de cantos de arenisca eocena, sin que se puedan señalar exactamente los límites de ambas formaciones, si bien la cuaternaria tiene poca extensión y escaso espesor.

Por el Oeste, hasta llegar al mar, la mancha se va estrechando paulatinamente y presenta siempre los mismos caracteres.

La segunda mancha pliocena comprende la Gaba de la cabila de Es-Sahhel, y se extiende de Noroeste a Sudeste, con una longitud de 13 kilómetros y cerca de seis de ancho, formando una meseta comprendida entre los valles del Bu-Fecran y Nyyarín y la cadena de montes del litoral.

Está limitada por la serie de poblados ya tantas veces citados en el estudio del eoceno; al Norte, Dxar Dxiar y Beni Quisan; al Este, Ain Kataa, Ain Yedid, Tessana y Beláa, y al Sur, Bedana el





ARENISCAS ASTIENSES DEL ES-SAHHEL.

Taif, donde la mancha se estrecha, formando dos puntas, y por el Oeste su límite sigue hacia el poblado del Jemis, y luego, por los de Krimda y Mezgalef, otra vez a Dxar Dxiar. Cerca de esta mancha hay dos de mucha menor extensión: una entre Dxar Quisan y Dxar Currix, separada de la mancha del Es-Sahhel por una fajita eocena, y otra algo más extensa, comprendida entre el Atlántico, el Sok el Jemis, Cudia Zumaa y el Lucus.

El plioceno de la mancha del Es-Sahhel corresponde al tramo astiense, y está formado por areniscas rojas con cemento ferruginoso, y aunque por lo general son muy deleznales, su cohesión varía muchísimo, encontrándose, desde bancos duros y compactos, hasta capas de arenas sueltas.

La acción de los agentes atmosféricos y los fuertes vientos reinantes casi continuamente en la región desplazan y acumulan en algunos sitios estas últimas arenas, y dan lugar a verdaderas dunas locales.

Desde larga distancia se distinguen perfectamente los bordes de las escarpas, de colores vivos, amarillentos y rojizos, de las arenas pliocenas, que contrastan con las colinas de laderas suaves, formadas por las margas más antiguas, y aun mayor es la diferencia entre los arenales incultos, poblados de monte bajo y alcornoques de la meseta pliocena, con las fértiles vegas arcillosas eocenas y los riscos formados por las areniscas del mismo sistema, cubiertos de exuberante vegetación.

Cerca del Dxar el Jemis se encuentran entre las arenas, con bastante frecuencia, unos bancos de conglomerados de guijo menudo silíceo, con cemento ferruginoso.

Entre la posición militar del Jemis y el poblado del mismo nombre, se extienden las arenas rojizas, que han quedado fijadas en unas partes por la vegetación y con el aspecto de dunas locales en otras.

En el camino del Jemis al poblado de Yedid, y a unos dos kilómetros de aquel punto, se encuentra en corto trecho una arenisca ferruginosa y descompuesta, pero en otros sitios es muy compacta y cimentada por hematites parda. Esta roca, mucho más



ARENISCAS ASTIENSES DEL ES-SAHHEL.

resistente a la denudación que el resto del terreno, sobresale formando algunos riscos que resaltan vivamente sobre el suelo.

En todo el Es-Sahhel se presentan estas zonas muy ferruginosas siendo difícil de explicar su origen; es de suponer sean debidas a manantiales de aguas ferruginosas.

En la mancha pliocena, lo mismo en la gran meseta que en las colinas aisladas, son frecuentes los cerros o muelas, con laderas escarpadas y pendientes, casi verticales en muchos casos. Esto es debido a que los lechos superiores del plioceno, más ferruginosos, y, por lo tanto, más resistentes a los derrubios, han protegido los niveles inferiores, que ofrecen mucha menor resistencia a los agentes de la erosión. Tal sucede al Este del Jemis, donde las escarpas son casi verticales, y tienen hasta 15 metros de altura.

La mancha pliocena apenas se extiende al Norte del Jemis, pues aparece la faja eocena de la costa en el ancho valle casi semicircular de Dxar Krimda, mientras que el borde de la meseta pliocena describe una curva que pasa por el Jemis, Krimda y Mez-galef.

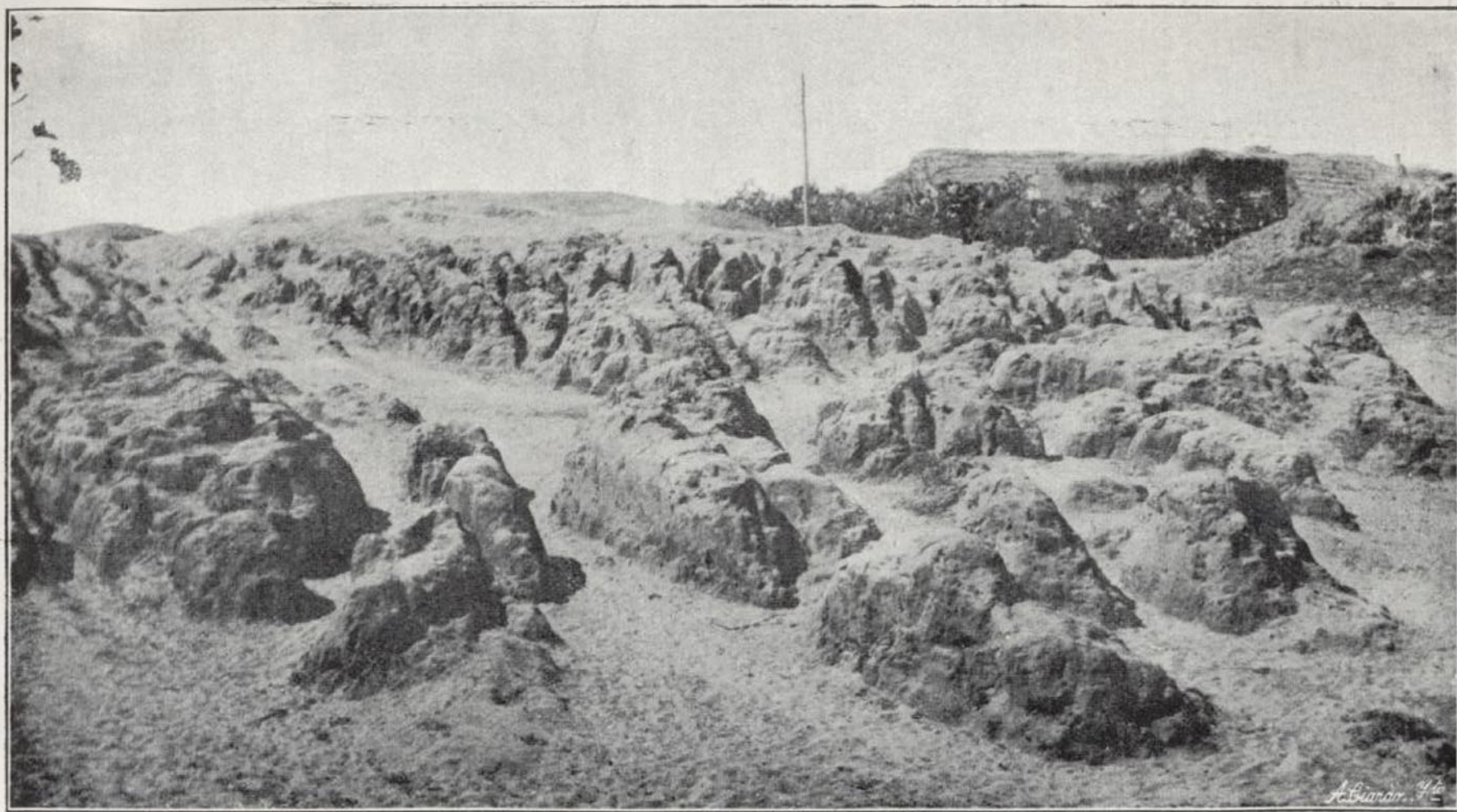
En las escarpas de la meseta aparece bien manifiesta la homogeneidad de esta formación, en la que sólo se nota alguna variación en la mayor o menor proporción del cemento ferruginoso de las areniscas.

Como a dos kilómetros al Norte del Jemis recogimos entre las arenas gran cantidad de trozos de pedernal labrados, entre los cuales encontramos algunas flechas y rascadores bien terminados. También vimos algunos trozos de vasijas de barro, denotando la gran actividad que durante la era prehistórica debió de haber en esta región.

En el límite oriental de la mancha del Es-Sahhel, junto al poblado de Beláa, las arenas rojas contienen multitud de cantos rodados, procedentes de los arrastres del Uad el Gbal, formándose a veces bancos consistentes que pasan a ser verdaderos conglomerados.

A todo lo largo del borde oriental de esta mancha nacen una serie de fuentes que, si bien brotan en las areniscas numulíticas,





EL JEMIS: TESTIGOS DE ARENISCA FERRUGINOSA EN LAS ARENISCAS ASTIENSES.

proceden de la meseta, que está formada por arenas sumamente permeables.

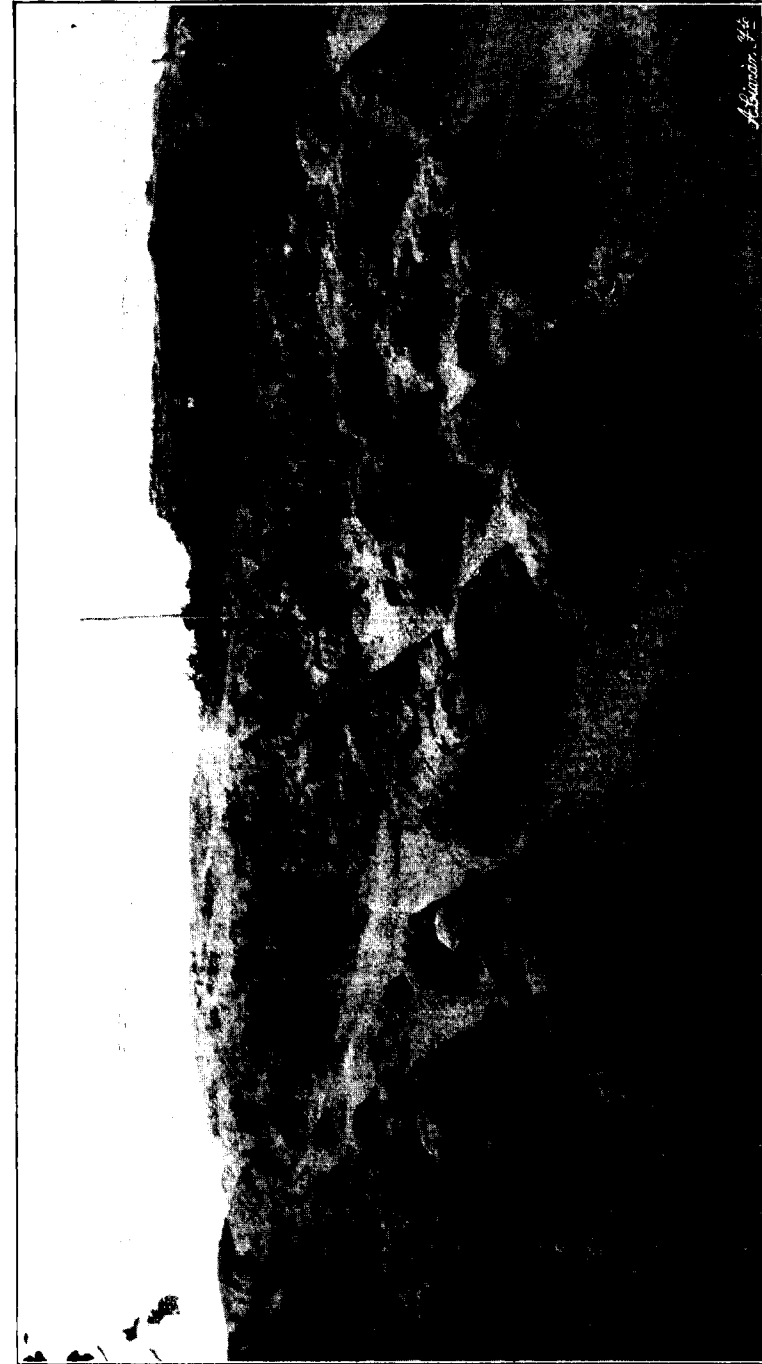
La manchita situada en las inmediaciones de Larache, por el Norte, y comprendida entre el mar y el Lucus, está constituida por arena fina, probablemente pliocena, y correspondiente al nivel más alto del sistema, si bien no se puede afirmar con entera seguridad no sea por lo menos, en parte, una duna que aun no haya terminado de fijarse.

La tercera y última de las manchas pliocenas empieza en el mismo Larache, y su límite sigue al Sudeste, contorneada por el aluvial del Lucus, pasa luego a unos cinco kilómetros de Alcazarquivir y termina a otros cinco kilómetros al Sur de esta población. No podemos señalar los límites por la parte Sur por no haber logrado penetrar en las cabilas de Jolot y Tilig.

Entre Larache y Alcazarquivir, por el camino llamado Alto, situado al Sur del Lucus, y que queda fuera de los aluviones del río, se cruza primeramente la Gaba o bosque del Araix, formada por unos grandes arenales de color rojizo, llenos de vegetación silvestre, que fija bastante las arenas, y se entra luego en un terreno que tiene aspecto de duna, llegando en algunas partes del camino la arena suelta a tener más de un metro de espesor.

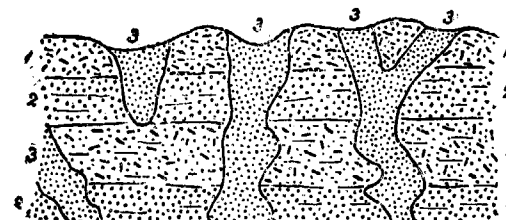
En la Yeguada Militar de Smid el Maa, las arenas pliocena quedan cubiertas por las tierras arcillosas diluviales, y únicamente asoma la formación terciaria en los cortes de los barrancos. En todos los llanos comprendidos entre Smid el Maa y Alcazarquivir se oculta frecuentemente el plioceno bajo extensos mantos diluviales o bajo aluviones arcillosos por lo general, y a veces pedregosos.

En los alrededores de Larache los bancos de areniscas y molas de la parte alta del plioceno se presentan atravesados por huecos más o menos grandes, desde 0,30 hasta más de un metro diámetro, unas veces cilíndricos y otras en forma de embudo, r llenos por unas arenas sueltas muy finas, rojizas o amarillentas. Este curioso fenómeno se debe a que se trata de una formación costera, en la cual los huecos producidos por el batido de las olas



EL JEMIS: TESTIGOS DE ARENISCAS FERRUGINOSAS EN LAS ARENISCAS ASTIENSES.

han sido rellenados, después del levantamiento del suelo, por las arenas arrastradas por el viento. Esta curiosa perforación de las areniscas la comprobamos en tres sitios distintos, en los primeros desmontes de la vía en construcción de Larache a Alcazarquivir, en los cimientos de las obras de los cuarteles de Intendencia y en los acantilados de la costa debajo de Ras en Nador.



Corte de las areniscas pliocenas entre Larache y Nador.

1. Moalajas.—2. Arenisca de grano grueso.—3. Arena roja.

Sin salir de Larache se pueden estudiar perfectamente los distintos niveles que hemos descrito al tratar de los dos tramos pliocenos de la región. En los acantilados de la costa se ve el contacto de las arcillas plasencienses con las areniscas y conglomerados astienses muy fosilíferos; encima se encuentran las areniscas con embudos rellenos de arena, y, por último, el ensanche de la población está edificado en las arenas inferiores, que tanto desarrollo y espesor tienen en toda la región, lo mismo al Sur que al Norte del Lucas.

### **Terreno diluvial.**

Aunque no hemos señalado en el mapa geológico que acompaña este trabajo ninguna mancha diluvial, no por eso deja de tener mucha importancia este terreno, pues si bien con poco espesor son muy frecuentes extensos mantos cuaternarios de fértiles tierras de labor, y si hemos omitido representarlos en el mapa ha sido por la gran dificultad que hay para deslindarlos, pues están constituidos por tierras arcillosas que no se diferencian casi de las margas



y arcillas eocenas ni de los aluviones antiguos de los ríos. Es natural que así suceda si consideramos que el relleno de las depresiones del terreno se ha hecho únicamente a expensas de los derrubios de los materiales terciarios, y es, por lo tanto, explicable la semejanza de caracteres litológicos entre las formaciones terciarias y cuaternarias.

Ya hemos indicado anteriormente el importante papel que desempeñan en la riqueza agrícola de la zona las tierras negras fértiles llamadas «tirs» por los indígenas, en cuya composición entran en gran parte los materiales diluviales sobrepuestos a las margas del eoceno superior. En otros puntos, en vez de las tierras diluviales hacen sus veces los aluviones, también en su mayor parte arcillosos, mezclados con los terrenos antiguos.

No es posible establecer la división en edades de este sistema por ser escaso su desarrollo y muy reducido el espesor de sus manchas, pero sí pueden distinguirse dos clases de depósitos, unos sabulosos de origen marino, y otros arcillosos de formación de agua dulce.

Entre los primeros hay algunos en contacto con el plioceno que ofrecen dudas para su colocación en la escala geológica, pues los materiales de que están compuestas ambas formaciones son idénticos, y en algunos sitios, como sucede al Sur de Larache, el paso de las molasas, areniscas y arenas pliocenas a las arenas diluviales, es tan insensible que más bien parecen éstas complementarias de aquéllas. Renunciamos a describir las innumerables manchas del nivel diluvial arcilloso de la región, de escasa importancia y con los mismos caracteres en todas ellas.

Sólo merece observarse que a medida que se van alejando los mantos diluviales de las montañas del interior, las tierras van siendo menos pedregosas y sus cantos de tamaño más reducido.

### **Terreno aluvial.**

En todos los ríos y arroyos del territorio se encuentran aluviones, tanto antiguos como recientes, pedregosos, cerca de las mon-

tañas, arcillosos en el resto del territorio, y constituidos por un limo finísimo en las desembocaduras de los ríos más importantes.

Además de un gran número de manchas y fajitas aluviales de escasa extensión, hay tres manchones bastante extensos que corresponden a los ríos principales: el Lucus, el Garifa y el Haxef-Mharhar.

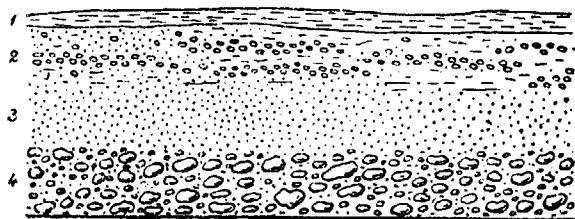
Empezaremos a reseñar estos terrenos por la mancha meridional, la del Lucus, la más importante, pues como ya indicamos anteriormente, los aluviones del Lucus, junto con los de su principal afluente, el Mejacen, tienen unos 300 kilómetros cuadrados de extensión.

Al Norte del río empiezan los aluviones en el mismo Larache, y sigue su límite sin separarse apenas de la corriente hasta pasado el monte Xemmix, donde empieza a alejarse para ir a buscar la extremidad Sur del Es-Sahhel en los Dahar el Hhaya y Dahar Zrrad, luego rebasa en un par de kilómetros el poblado de Bedana el Taif para formar la punta más septentrional de la mancha. A partir de este punto, y siguiendo una línea sinuosa, el límite de las formaciones se dirige a Alcazarquivir. En toda esta zona, situada al Norte del río, el aluvial se apoya sobre el eoceno mientras que por la parte del Sur, desde Larache hasta el final de la mancha, al Sur de Alcazarquivir, se apoya constantemente sobre el plioceno y sigue los límites que señalamos al estudiar este sistema; es decir, que pasando al Norte de las Gabas del Araix y de Bu-Xaren, termina a unos seis kilómetros al Sudoeste de Alcázar.

Todos los aluviones situados en el llano del Lucus son exclusivamente arcillosos, pero en algunos sitios más separados del curso del río, como sucede en la yeguada militar de Smid el Maa, tienen composición más variada. En algunos cortes en este último punto se descubre primero un metro de tierra arcillosa con algún guijo cuarzoso, debajo, con el mismo espesor un banco sabuloso, y, por último, un aglomerado de cantos sueltos.

Aguas arriba de Alcazarquivir, los aluviones del Lucus cambian de naturaleza, son sabulosos con multitud de cantos de caliza de variadas dimensiones.

La mancha aluvial del río Garifa, situada al Norte de Arzila, es de extensión bastante más reducida, y forma una faja que en muchos sitios no llega a un kilómetro de ancho, se estrecha según se



Corte del aluvial en el valle de Smid-el-Máa.

1. Tierra de labor.—2. Tierra arcillosa con guijo cuarzoso.—3. Arena.—4. Cantos.

avanza por el curso del río, y termina entre los poblados de Emzora y Rfaif. En esta parte se apoya el aluvial sobre el numulítico, mientras que en los bordes Norte y Sur de la faja descansa sobre el plioceno. Los aluviones son arcillosos, y en muchos puntos se mezclan y confunden con las margas numulíticas infrayacentes.

Mucha más extensión tiene la mancha aluvial de los ríos Haxef, Tzahadartz y Mharhar en el límite de las zonas internacional y atlántica del Protectorado español. La mancha queda casi interrumpida por el cordón montañoso de Zeguidla y cuesta Colorado, salvo una pequeña faja costera en gran parte cubierta por los médanos de la playa.

Por su parte meridional se apoya el aluvial sobre el plioceno hasta llegar a las ruinas de Ad-Mercuri (antigua población romana); a partir de este punto hacia el Norte, la mancha aluvial queda rodeada de los distintos tramos del eoceno. Todos sus aluviones son sumamente arcillosos, y dan motivo a que en la época de las lluvias se convierta la región en una inmensa llanura pantanosa completamente intransitable.

Al Este de Tánger hay una depresión del terreno, rellena por los aluviones de los ríos Suani, Melalehh y Mogoga; son arcillosos y están cubiertos en su mayor parte por frondosas huerta

Resulta muy difícil señalar los límites entre esta formación y las margas cretáceas oscuras del valle del Mogoga, formadas por materiales muy parecidos.

También tienen mucha importancia los médanos que se encuentran en la costa, principalmente en la zona Internacional. En las cercanías de Tánger una extensa duna que se está formando por la acumulación de las arenas de la playa de la bahía arrastradas por los violentos vientos del Este, dominantes en la región, cubre todo el terreno comprendido entre la población y el río Suani. Las masas de arena acumuladas van creciendo constantemente en amplitud y altura, y constituirán un serio obstáculo para el ensanche de la población en esta dirección.

También dentro de la zona Internacional, entre el Uad-Bugadú y el Mharhar, se encuentran unos extensos médanos que avanzan en algunos puntos hasta dos kilómetros tierra adentro.

En las mesetas pliocenas, situadas al Norte del Lucas, se presentan en algunos sitios grandes masas de arena fina, acumulada por los vientos en los sitios de escasa vegetación, verdaderas dunas locales. Es muy difícil señalar la separación entre esta formación actual y las arenas astienses, dada la identidad de los materiales de que están formados.

Tanto al Norte como al Sur de Arzila, los médanos forman un cordón litoral de escaso ancho y reducido espesor, y son de formación muy reciente.

Al Sur de Larache es muy difícil establecer la separación entre las arenas pliocenas, los extensos mantos diluviales sabulosos y algunos médanos de escasa importancia; sin embargo, casi todo el terreno corresponde a la formación terciaria.

### Notas hidrológicas.

Además de estudiar las condiciones generales de la hidrología de la región, trataremos muy especialmente del abastecimiento de aguas de las cuatro principales poblaciones del territorio: Larache, Alcazarquivir, Arzila y Tánger.





VALLE TERCIARIO INVADIDO POR UNA DUNA. AIN DELFA.

En la región de Larache, al Sur del Lucus, se extiende una llanura sabulosa, formada por depósitos diluviales, arenas y areniscas del astiense sumamente permeables, no encontrándose ninguna fuente en las ligeras depresiones de este terreno suavemente ondulado.

Únicamente a algunos kilómetros al Sur de Larache, en la pequeña cuenca cerrada del Gadira, nacen algunos manantiales de agua muy pura.

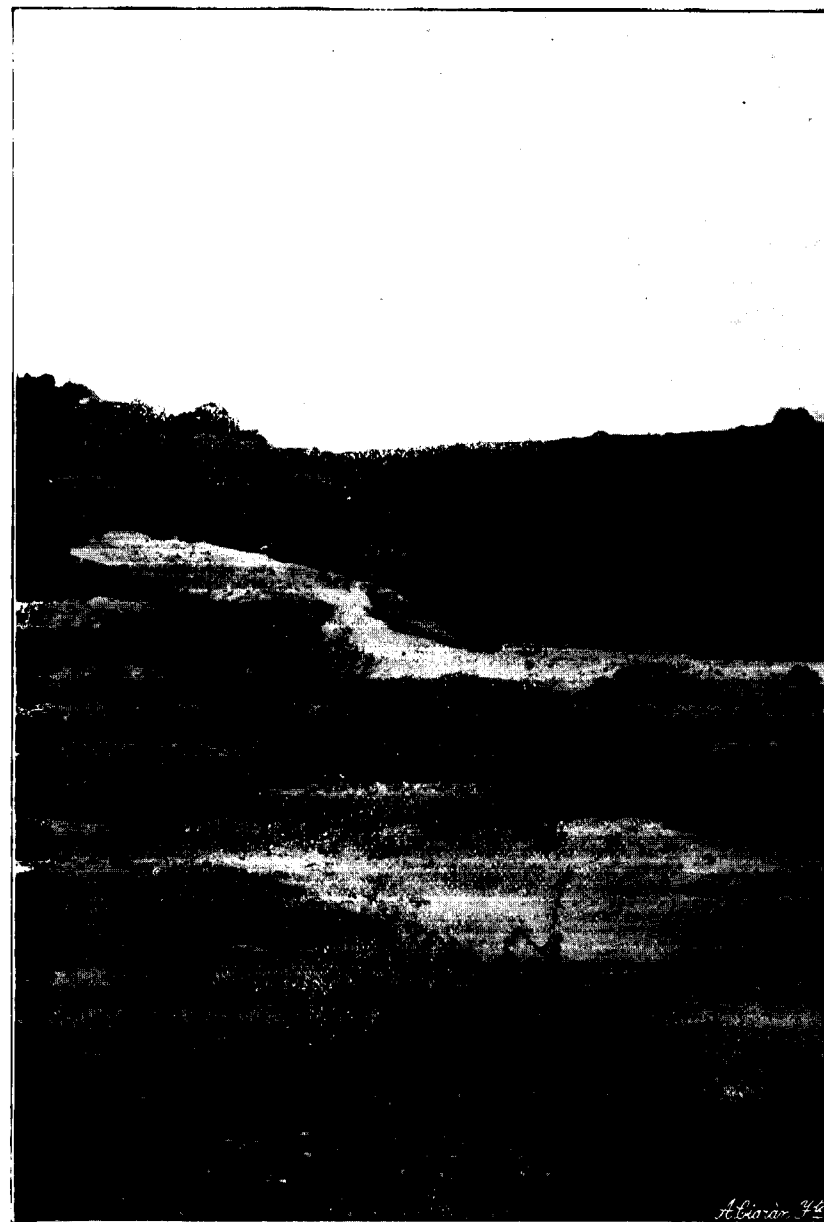
Debajo del nivel permeable que acabamos de citar, hay otro impermeable de gran extensión, el de las arcillas azules plasencienses, por más que no asomen éstas más que en algunos puntos aislados, según hemos consignado al tratar del plioceno.

Este nivel impermeable, obedeciendo al levantamiento general de la costa, tiene su borde en el litoral más elevado que en el interior, y forma una cuenca que recoge las aguas de lluvia que recibe la llanura comprendida entre Larache y la cabila de Jolot.

En los puntos en que el borde de las arcillas azules se encuentra más bajo nacen abundantes fuentes, como sucede en los acantilados de la costa, entre Larache y Nador, donde brotan las aguas de que se surte actualmente la población. Estos manantiales situados al pie mismo de las casas, recogen, no sólo las aguas de lluvia, sino también las procedentes de la población, y, naturalmente, sucias; pero como se filtran a través de algunos metros de arena, resultan claras y con buenas condiciones desde el punto de vista de su composición química, mas llevan en suspensión toda clase de gérmenes patógenos, que contribuyen poderosamente a la insalubridad de Larache.

Esto no obstante, utilizando la capa impermeable, nada más fácil que surtir de agua excelente a la población, pues bastaría hacer pozos que lleguen a las arcillas azules, escogiendo para su emplazamiento los puntos más bajos de la cuenca hidrológica del Gadira, donde, como es natural, el agua será mucho más abundante que en Larache, situado en el borde septentrional de la misma cuenca.

Lo mismo que en Larache sucede en el terreno situado entre



VALLE TERCIARIO INVADIDO POR UNA DUNA. AIN DELFA.

esta población y Alcazarquivir, dentro del espacio correspondiente al golfo plasenciense, donde actualmente serpea el río Lucus; de este modo se encontrará siempre aguas potables, dependiendo su profundidad de la altitud del punto en que se perfore el pozo y de la distancia a que se halle del borde de la cuenca impermeable.

En Alcazarquivir, el problema de abastecimiento de aguas potables de la población ofrece dos aspectos, según se trate de la necesidad de dotarla inmediatamente, o se considere en general, contando con que en un breve período de tiempo se habrán ocupado militarmente las sierras situadas al Este de la región.

En el primer caso, habrá que elevar las aguas desde el nivel acuífero, situado sobre las arcillas plasencienses; esto es lo que se está haciendo en la actualidad, mediante pozos en las huertas que rodean la ciudad y elevando el agua por medio de bombas. Este nivel acuífero que en Larache proporciona un agua excelente, filtrada a través de las arenas diluviales y astiense tiene muchas peores condiciones en Alcazarquivir, pues proceden, o bien de las aguas subálveas del Lucus, situada a un nivel superior, siempre cargadas de materias orgánicas, o bien se filtran a través de las tierras y limos de las huertas, compuestas en gran parte de *humus*; en ambos casos no son recomendables por ser muy impuras.

El día en que se logren ejecutar trabajos de alumbramiento de aguas en las sierras próximas a Alcazarquivir es indudable que se podrán encontrar algunos puntos situados a un nivel superior al de la población y al pie de un macizo de calizas eocenas o liásicas, donde se alumbrarán aguas de excelentes condiciones de potabilidad que irían conducidas por su propio pie hasta Alcazarquivir, sin necesidad de elevarlas, como sucede en la actualidad.

Arzila no se encuentra en tan favorables condiciones hidrológicas; actualmente se abastece de agua, principalmente, de unas fuentes situadas en el contacto de las arcillas azules plasencien-



ses con las arenas superiores. Mejorando la captación de estas fuentes se podría aumentar el caudal y pureza de las aguas; pero siempre habría que elevarlas hasta la población. Para encontrar un nacimiento situado a un nivel superior sería necesario buscarlo en el borde de la meseta pliocena de Eulad Amar donde, en el contacto con las margas eocenas infrayacentes, nacen infinidad de fuentes, entre las cuales son las más importantes: Ain-Gaguet, Ain-Yedida, Ain-Dornok, por el Mediodía, y Ain-es-Semar, Ain-Mrogoba, Ain-El-Ksabb, por el Norte. Haciendo en una de estas fuentes una larga galería filtrante se aumentaría su caudal y se podría dotar a Arzila de aguas de buenas condiciones de potabilidad, que resultarían filtradas a través de un gran espesor de arenas muy finas.

Trataremos ahora en términos generales de las condiciones hidrológicas de la zona del Protectorado español, situada al Norte del Lucus, empezando por enumerar sus niveles acuíferos.

Debido al escaso espesor de las tierras cuaternarias y a la impermeabilidad, tanto del diluvial como de los limos aluviales, no existe un nivel general de aguas freáticas.

En el plioceno hay que considerar dos zonas distintas: la correspondiente a la formación arcillosa, y la de las arenas del piso superior del sistema. La primera se presenta, según hemos visto, en las tres poblaciones principales del Protectorado, y da lugar a un nivel acuífero muy importante.

La segunda, o de las arenas astienses, forma extensas mesetas apoyadas sobre el eoceno, compuesto casi exclusivamente por margas impermeables; en estas condiciones es natural que en los bordes de las mesetas nazcan una serie de fuentes, algunas muy caudalosas. Pero el agua que reciben estas mesetas, no solamente alimenta a las fuentes situadas al pie de su borde, sino que, infiltrándose a través de las areniscas eocenas situadas debajo del plioceno, viene a brotar en los afloramientos de estos bancos, dando lugar a manantiales de un caudal muy constante, como sucede con los de Tesana y el camino de Sok-etz-Tzelatza.

En el eoceno se presentan varios niveles acuíferos, que corres-

ponden a los distintos bancos de calizas y areniscas que hemos descrito al tratar de esta formación geológica. Estos bancos dan lugar a una multitud de pequeñas fuentes de caudal, en general bastante reducido, por efecto de la escasa superficie de los afloramientos de los bancos por donde las aguas se filtran.

Para completar el estudio hidrológico de la región, trataremos de la conveniencia de practicar sondeos en el fondo de los grandes valles de Sok-etz-Tzenín y Sok-etz-Tzelatza, formados por un sinclinal eoceno, en busca de aguas artesianas, únicos puntos de la comarca que reúnen condiciones favorables para un alumbramiento de este género. Los sondeos atravesarían primero aluviones o mantos arcillosos cuaternarios, luego las margas oscuras del eoceno y después cortarían varias capas de arenisca y calizas con margas, hasta llegarse a los grandes bancos de arenisca. Cada una de estas capas constituye un nivel acuífero artesiano, que dará o no aguas que sean surgentes, según la altura sobre la boca del sondeo de los afloramientos de las capas que forman el nivel acuífero, y la distancia a que estos afloramientos se encuentran del emplazamiento del sondeo.

Una vez que haya llegado la sonda a las margas blancas eocenas debe suspenderse el trabajo, pues estas margas son completamente impermeables y tienen un espesor muy considerable; pero caso de atravesarlas, se encontrará otro nivel acuífero en las calizas y areniscas de la base del sistema.

En la zona internacional, las condiciones hidrológicas son parecidas; hay tres niveles acuíferos principales, a saber: uno, situado sobre las margas arcillosas, procedente de la filtración a través de las dunas, y que se ha cortado en los pozos hechos en la playa y junto al río Suani. Otro, producido por la filtración a través de las areniscas eocenas, se encuentra sobre las margas de esta misma edad geológica, como sucede, por ejemplo, en Ain-Dalia, y, por último, otro, formado por las aguas que se filtran por las arenas cuaternarias y pliocenas, escalonadas a lo largo de la costa atlántica.

Para el abastecimiento de la ciudad de Tánger se ha intentado



recurrir al tercer nivel, efectuándose algunas investigaciones entre el Mharhar y la gruta de Hércules, sin que, al parecer, el resultado haya sido del todo favorable.

La región de Xarf-e-Akab (pliocena), aunque situada a bastante distancia de la población, nos parece más favorable para efectuar trabajos de alumbramiento de aguas, pues es región muy abundante en fuentes (algunas con caudal de uno a tres litros por segundo) de agua de excelentes condiciones de potabilidad.

## ZONA DE MELILLA

### INTRODUCCIÓN

Nombrados por el Instituto Geológico para formar parte de la Comisión encargada de reunir los datos y antecedentes necesarios para la preparación del mapa geológico de la zona de influencia española en el Imperio de Marruecos, y designados para ejecutar los estudios de la parte oriental de la citada zona, hemos creído lo más conveniente para llevar a cabo dicho trabajo el dividir el territorio encomendado a nuestro estudio en regiones, ir estudiando éstas separadamente y publicar sucesivamente los resultados obtenidos en forma de Memorias aisladas, que no deben considerarse más que como avances preparatorios del estudio final, y, como tales, sujetos desde luego a posteriores correcciones.

De acuerdo con este criterio, comenzamos publicando el presente estudio de la región de Guelaya, en el que, siguiendo la costumbre establecida por anteriores Memorias del Instituto Geológico, empezamos por una descripción física de la región, seguimos con el estudio geológico de la misma y terminamos con unas notas acerca de los criaderos minerales y aguas subterráneas, cuya investigación ha sido uno de los principales fines perseguidos al crear esta Comisión.

Acompaña a esta Memoria el plano general de Guelaya, en escala de 1 : 100.000, en el que hemos deslindado provisionalmente las diversas formaciones geológicas que le integran y los cortes explicativos necesarios para su mejor comprensión.

Basta examinar el plano para apreciar el enorme desarrollo de

las formaciones hipogénicas, que constituyen un rasgo característico de esta región, y cuyo estudio micrográfico es debido a nuestro compañero D. Agustín Marín.

Para la clasificación de los terrenos antiguos y mesozoicos hemos tropezado con grandes dificultades, debidas principalmente a la gran escasez de fósiles, lo que, unido a un metamorfismo sumamente intenso, producido por los grandes movimientos y erupciones que han afectado a esta región, ha sido causa de que, terrenos de facies, en general, tan diferentes como las pizarras silurianas y las jurásicas, sean aquí fácilmente confundibles, siendo necesario para su precisa separación efectuar más adelante estudios detenidos. Estas mismas dificultades han motivado que en la vecina colonia francesa de Argelia no hayan podido ser determinados ni deslindados aún con precisión los terrenos sedimentarios anteriores al jurásico, a pesar de los admirables trabajos efectuados por los geólogos franceses durante más de medio siglo.

Como base topográfica nos hemos servido del mapa levantado por la Comisión del Estado Mayor del Ejército, publicado por el Depósito de la Guerra. Respecto a la toponimia, hemos aceptado la empleada en dicho mapa, a pesar de no encontrarla en algún caso muy perfecta, por no tener la competencia necesaria para mejorarla, pues ignorando el idioma del país, resulta sumamente difícil el transcribir a la escritura castellana los nombres indígenas tomados al oído, cuyos sonidos no tienen a veces representación fonética en nuestro alfabeto.

Aunque no muchos, hay, sin embargo, algunos trabajos publicados que afectan a partes de la región que nos ocupa, casi todos ellos resultados de ligeros reconocimientos, que, por orden cronológico, son los siguientes:

1908.—«Datos geológicos acerca de las posesiones españolas del Norte de África», Lucas Fernández Navarro (*Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*).

1909.—«La Península del cabo Tres Forcas (Yebel Guork)», Lucas Fernández Navarro (*Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*).

1910.—*Nota acerca de la constitución geológica de Guelaya* (con un mapa, bosquejo geológico, el primero publicado de la zona), Luis Adaro y Alfonso del Valle.

1911.—«Estudios geológicos en el Rif oriental», Lucas Fernández Navarro (*Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*), t. VIII.

«Estudio geológico-minero de Guelaya», César Rubio (*Boletín del Instituto Geológico de España*), t. XII, serie segunda.

1914.—«Note Géologique sur la Région de la Guelaya», Monsieur Brun (*Comptes Rendus de la Société de l'Industrie Minière*).

Existen también infinidad de trabajos que, aunque no se refieren concretamente a Guelaya, se ocupan, sin embargo, de regiones próximas, y cuyo conocimiento es interesante para el estudio de ella. Entre éstos se cuentan los múltiples estudios de los geólogos franceses sobre Argelia, y especialmente los que se ocupan de la provincia de Orán; pero no siendo nuestro objeto hacer en este avance una nota bibliográfica, que publicaremos más adelante, citaremos en el texto los trabajos a que tengamos que aludir directamente. A pesar de esto, creemos deber citar en este lugar algunos de los meritorios estudios del geólogo francés Louis Gentil, por su estrecha relación con la zona que nos ocupa y lo mucho que guían para su conocimiento. Estos estudios son:

1903.—«Étude géologique du bassin de la Tafna» (*Bul. Serv. Carte Géologique de l'Algerie*).

1908.—«Esquisse géologique du massif des Beni-Snassen» (*Bol. S. G. F.*).

1910.—«Aperçu géologique sur le massif des Kebdana» (*C. R. Ac. Sc.*).

1910.—«Le cours inférieur de le Muluya» (*C. R. Ac. Sc.*).

1912.—*Le Maroc Physique*.

## DESCRIPCIÓN FÍSICA

### **Situación, superficie, límites y comarcas.**

El territorio cuyo estudio geológico forma el objeto de la presente nota, geodésicamente queda determinado, por hallarse comprendido dentro del rectángulo terrestre que forman al cortarse los meridianos 2° 53' 20" longitud Oeste y 3° 13' 10" longitud Oeste (Greenwich), con los paralelos 35° 2' Norte y 35° 28' Norte, que pasan respectivamente por la bocana actual de Mar Chica y la desembocadura del río Kert, los primeros, y la alcazaba de Zeluán y el extremo Norte del cabo de Tres Forcas los segundos. Está geográficamente situado en la parte Nordeste del Imperio Xerifiano, bañado por el Mar Mediterráneo, dentro de la zona de influencia reconocida a España en el Norte de Marruecos, por el Convenio Hispanofrancés de 27 de Noviembre de 1912 y muy próximo a su frontera oriental.

Comprende la totalidad de la comarca, que se conoce por el nombre de Guelaya, con la posesión española de Melilla y su zona neutral, que en conjunto ocupan toda la extensión de la saliente de tierra que termina en el cabo de Tres Forcas (algunas veces denominada península, a nuestro juicio con poca propiedad), limitada por el litoral comprendido entre el río Kert y la bocana actual de Mar Chica, más el territorio contiguo abarcado entre Mar Chica y el río Zeluán al Este, la llanura del Garet al Sur y el río Kert al Oeste, con una extensión total de 723 kilómetros cuadrados.

Por lo expuesto vemos que los linderos de Guelaya son accidentados topográficos que la limitan geográficamente de una manera clara y precisa, un mar al Norte, una albufera y río a Levante, una llanura al Sur y un río a Poniente, y esto nos induce a considerarla como una comarca geográfica y no como división polí-

tica ni étnica del Imperio Marroquí, su mismo nombre Kalaiia, según los indígenas, que algunos arabistas dicen significa «castillito», y otros «lugar de castillos», análogo a nuestra «Castilla», es sin duda un nombre toponímico y puede proceder de las fortalezas que como Taxuda, Melilla y Cazaza, han existido desde tiempo antiguo en este territorio.

Algunos autores de los que se han ocupado de la geografía de Marruecos, incluyen esta región en el Rif; otros, que colocan el límite oriental de éste en el río Kert, la agregan al Garet, opinión de la que participan, en parte, los mismos indígenas de Guelaya y Kebdana, que no se tienen por rifeños.

Esta divergencia debe provenir de que el Rif es una división de carácter más bien político que geográfico o étnico y, por lo tanto, sus límites han tenido, precisamente por su constante variabilidad, esa vaguedad e imprecisión que siempre han caracterizado esta clase de divisiones en el Imperio de Marruecos. Las mismas fronteras nacionales han adolecido constantemente del mismo defecto, dependiendo su avance o retroceso del mayor o menor poder político y militar del Sultán gobernante. Nada tiene, pues, de extraño que Guelaya haya unas veces pertenecido al Rif; otras, al Garet, estado unas bajo la jurisdicción del Amel de Uxda, sido independiente otras, o subordinada al Bajá nombrado para el campo fronterizo de Melilla, en cumplimiento de tratados con España.

La Real Sociedad Geográfica, en sesión celebrada el día 9 de Marzo de 1914, acordó, respecto a la denominación de las regiones del protectorado español en Marruecos, aplicar el nombre de Rif a toda la zona comprendida al Este del meridiano que pasa por Xexauen.

El territorio de Guelaya está poblado por indígenas de raza berberisca Amazirga, ligeramente arabizada y a veces cruzada con raza negra, aunque no es lo general. Hablan el xelja, pero una gran parte de ellos conocen el árabe vulgar o marroquí, que es el idioma que podemos llamar oficial y único empleado en la escritura.

Con ese espíritu individualista tan característico de las razas ribereñas del Mediterráneo, no admiten más vínculo social que el de la familia, reconociendo como única unidad política superior la cabila, que viene a ser la reunión de familias procedentes del mismo tronco común por línea de varón, a la que suelen unirse algunos elementos extraños, afiliados a la tribu en virtud de pactos arraigados en costumbres patriarcales, cuyo principal fundamento hay que buscarlo en la hospitalidad.

Los nombres de la mayoría de las cabilas, comenzando por la palabra «Beni» (hijos de), expresan gráficamente esta organización, por otra parte muy frecuente en constituciones primitivas, y análoga, entre otras, a la antigua «gens» romana y al «clan» escocés.

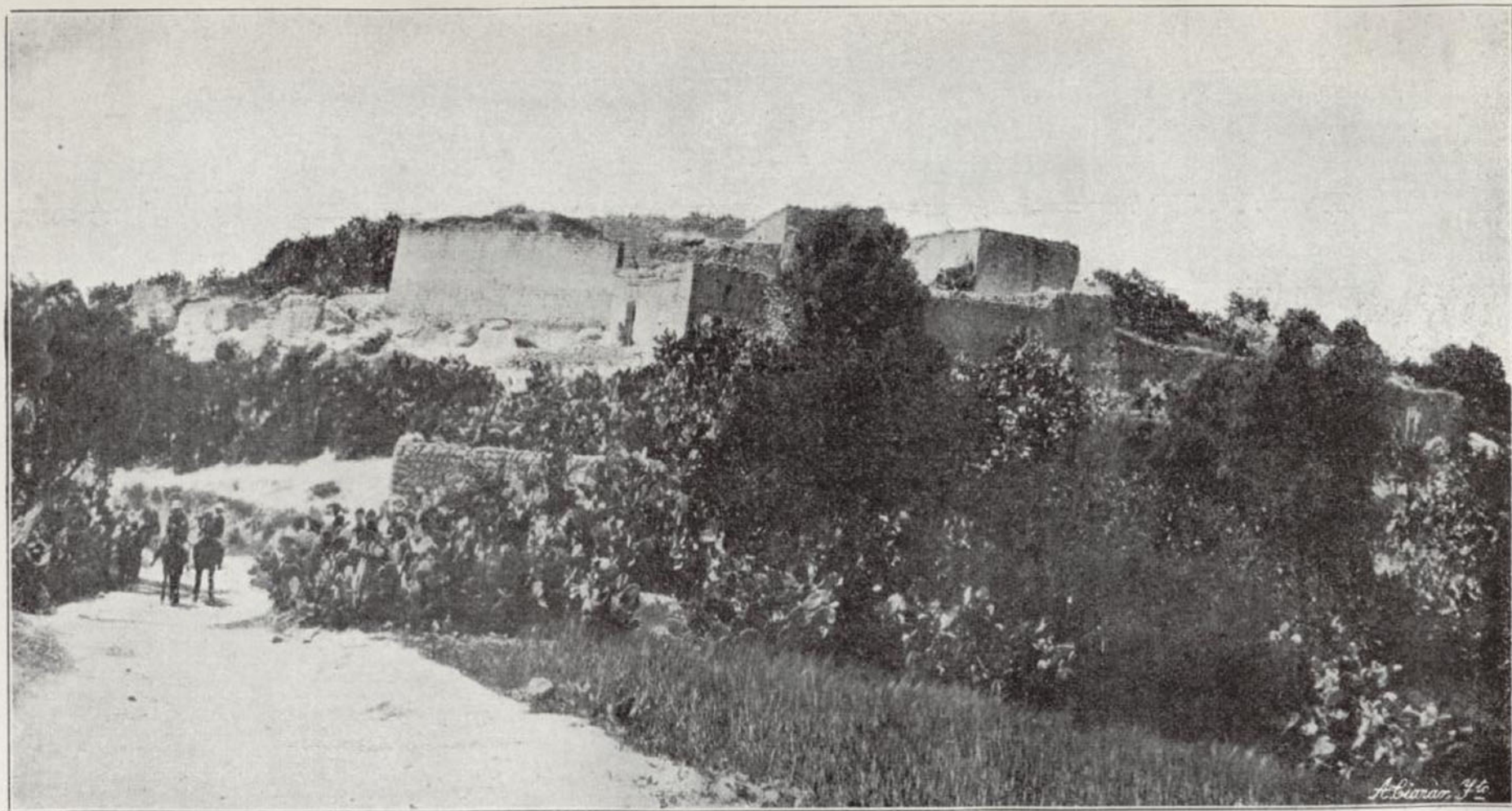
Las tribus o cabilas que ocupan el suelo de Guelaya son cinco: Beni-Sicar, al Norte; Mazuza, al Este; Beni-bu-Ifrur, al Sur; Beni-Sidel, al Suroeste, y Beni-bu-Gafar, al Oeste. Con la primera y segunda confina la zona neutral que rodea la posesión española de Melilla.

Los linderos de los territorios ocupados por estas cabilas no están nunca en relación con los accidentes topográficos; además, como ya hemos indicado sucede en los de todas las divisiones políticas del Imperio, estos límites han sido siempre variables, pues los terrenos son considerados como formando parte de la cabila del poseedor, que es la que les da nombre, por lo tanto, las guerras y las compras, mucho más las primeras que las segundas, los han hecho variar constantemente. Sin embargo, indicaremos aproximadamente los actuales, que ya bajo el Protectorado español es probable que no se alteren, pues han sido respetados al organizar la Policía indígena, institución verdaderamente digna de elogio, implantada por España en la zona ocupada.

**Cabila de Beni-Sicar.**—Ocupa el cabo de Tres Forcas, extendiéndose por la costa de Levante hasta el territorio neutral que rodea el campo de Melilla, y por la de Poniente hasta la desembocadura del barranco de Sidi Mesaud, en la playa de Igsasen, desde donde el lindero sigue por el barranco mencionado unos 500 metros, desde este punto se inclina más al Este, y pasando por la

cumbre del monte que rodean los barrancos afluentes del Haduba y Mesaud, se dirige al morabito de Sidi Mustafá; en la misma dirección faldea por el Norte la meseta de Irgemán, que después rodea, manteniéndose en la vertiente izquierda del río de Oro, cuyo valle sigue aguas arriba y abandona luego por la margen izquierda de su afluente el Izaroren, por donde sube a la cumbre del monte Azmar Iquanen que atraviesa; pasa luego por el borde occidental de la meseta de Tazuda y desciende por la ladera derecha del barranco de Ihar-kasen, que cruza en su parte media; sigue luego una dirección Sudeste, deja Sebt a Levante, cruza la vía férrea de la Compañía Española al lado Este de la estación de Segangan y el llano que recorren los arroyos Uixan y Afra, hasta que encuentra el cauce del río Zeluán, en las proximidades del cerro de Tauima; sigue kilómetro y medio este cauce y vuelve bruscamente a tomar la dirección Noroeste, envolviendo el citado cerro; continúa por la margen derecha del barranco Asas del Fid, sube a la cumbre de las peñas de Tavart y llega al pico de Taguigriart, el más elevado del Gurugú; desciende la vertiente Norte por el barranco de Tenief hasta su confluencia con el de Ahmet el Hach; deja a Poniente el poblado de Ait Mansor y se dirige hacia el Noroeste hasta el reducto de Cantabria, en la meseta del zoco; sigue luego la carretera de Melilla hasta las proximidades del poblado Vihdauen, en cuyo sitio desciende al arroyo de Frajana, que alcanza al Norte de la alcazaba del mismo nombre y sigue su curso hasta la zona neutral, que bordea en dirección Norte en una longitud de 1.500 metros; desde aquí sigue la carretera de Hidum unos 2.000 metros; se desvía luego algo al Norte para cruzar el barranco de Tigor-faten, en el mismo punto que el camino que desde Tafarast conduce a Rostrogordo, cuyo camino sigue hasta su encuentro con la zona neutral, cuyo límite recorre hasta terminar en el mar.

Ocupa una extensión de 158 kilómetros cuadrados, con una población de 7.724 habitantes, según censo calculado en 1913 por las oficinas de Policía indígena; corresponden, por lo tanto, 49 habitantes por kilómetro cuadrado.



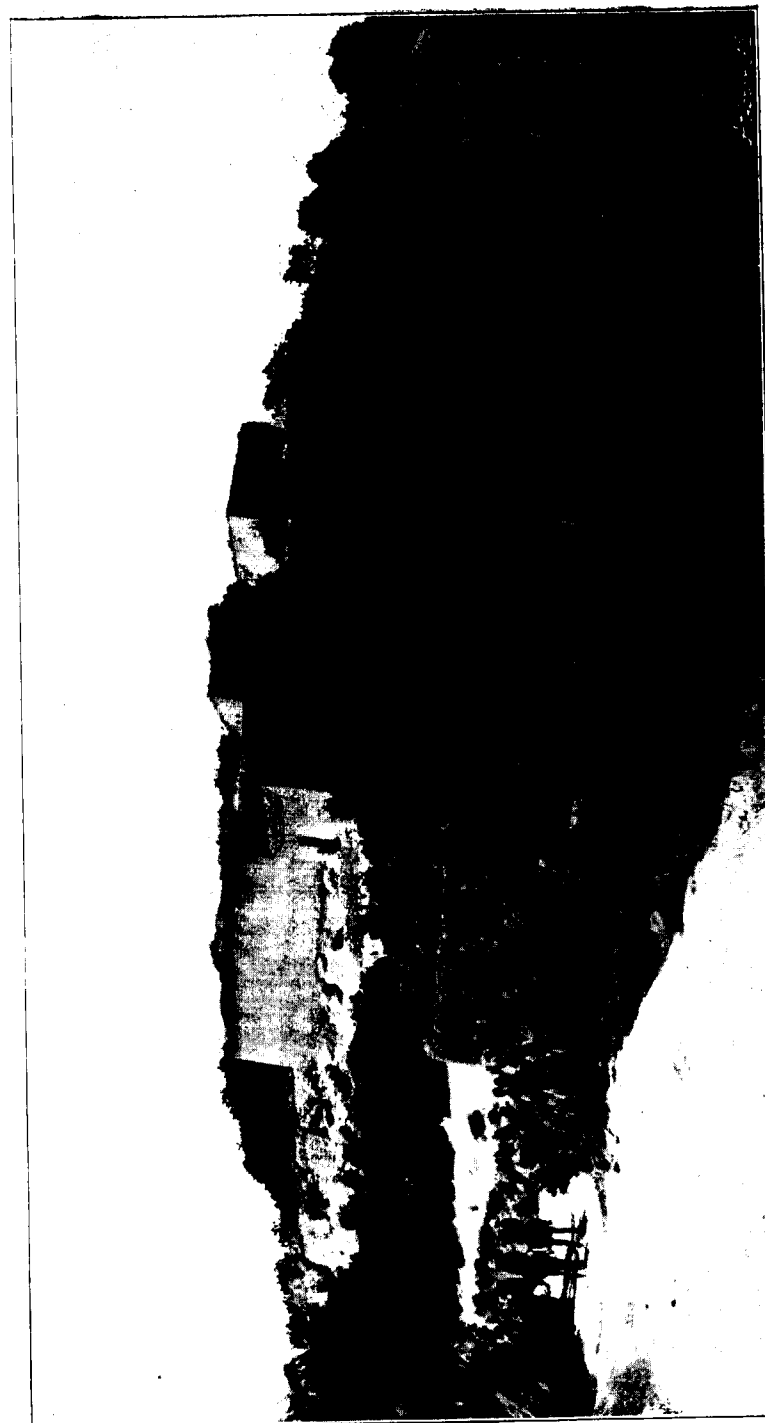
FOTOGRAFÍA 1. — Casa de la cabila de Beni-Sidel.

**Cabila de Mazuza.**—Los límites de esta cabila quedan definidos por una línea que, partiendo del punto en que el arroyo de Frajana corta a la zona neutral de Melilla, sigue el lindero que hemos descrito de Beni-Sicar hasta su encuentro con el cauce del río Zeluán que cruza, siguiendo en la misma dirección que traía unos 2.000 metros, este cuyo punto, en dirección Nordeste, se dirige a Mar Chica, cuya costa sigue bordeando hacia el Norte, rodeando el Atalayón, y sale por la bocana, siguiendo luego el litoral del Mediterráneo, en dirección Noroeste, hasta su encuentro con la zona neutral, cuyo lindero recorre hasta el arroyo de Frajana.

Pertenecen también a esta cabila los terrenos de la parte inferior de la cuenca del arroyo Tigorfaten, comprendidos entre la zona neutral de Melilla en su sector Noroeste y el lindero de Beni-Sicar que hemos descrito, que quedan, por lo tanto, separados del resto de la cabila por el campo español.

Es la más poblada de las cabilas de Guelaya y el censo correspondiente al año de 1913 le asigna 9.735 habitantes, tiene una superficie de 106 kilómetros cuadrados, correspondiendo, por lo tanto, 91 habitantes por kilómetro cuadrado.

**Cabila de Beni-bu-Ifrur.**—Esta cabila confina por el Este con la de Beni-Sicar y tiene, por lo tanto, común con ella el lindero ya descrito desde el barranco de Ihar Kasen hasta el río Zeluán; sigue luego el lindero de Mazuza hasta terminar éste al Sur, se dirige después a la fuente de Ben Rahail, y desde ella a la alcazaba de Zeluán, sigue el curso del río de este nombre aguas arriba hasta cerca de su nacimiento, al pie de Monte Arruit, y desde este punto toma la dirección Oeste para pasar por la casa de Ulad el Mir, desde ella se dirige al Norte, pasando entre los montes de Iberzarguer y Enziar hasta llegar a la cúspide oriental del macizo del Harcha, continuando por su cresta para descender por el extremo Suroeste al arroyo Melha que sigue unos 1.000 metros, continúa en dirección Norte hasta el arroyo Bugardaín que sigue un trozo, pasa a Poniente y muy próximo a Boadyedén, atraviesa el valle del Maxín, dejando a Poniente Bu-at-laten, cruza por Sidi Sa-



FOTOGRAFIA 1. — Casa de la cabila de Beni-Sidel.



lah, y siguiendo el barranco que queda a Poniente de Imetahen se dirige al Nordeste hasta su encuentro con el barranco de lharkasen, lindero de Beni-Sicar, de donde hemos partido.

Es, después de Mazuza, la más poblada, y en ella radican importantes criaderos minerales.

Ocupa una extensión de 169 kilómetros cuadrados, con 9.686 habitantes, correspondiendo, por lo tanto, 57 por kilómetro cuadrado.

**Cabila de Beni-bu-Gafar.**—Es la menor de las cinco que pueblan Guelaya y ocupa el litoral de ésta, comprendido entre el río Kert y la playa de Ygsasen, en el sitio en que desemboca el barranco de Sidi-Mesaud, desde cuyo punto, confinando con Beni-Sicar, sigue su lindero hasta el morabito de Sidi-Mustafá; en donde se inflexiona, dirigiéndose hacia el Sur, pasa luego por Sidi-Hasen, se inclina al Suroeste para cruzar por Sidi el Hach el Halaf y Sidi Mohand, en donde se tuerce algo hacia el Este; desciende luego, y cruzando el barranco Zarzar, pasa por las laderas septentrionales de Tauriat Buchit y penetra entre los dos Tumiats para cruzar el Kert; esta cabila ocupa también algunos terrenos en la margen izquierda del Kert, que aun no han sido ocupado por las tropas españolas.

Tiene una población de 2.560 habitantes que ocupan una extensión de 78 kilómetros cuadrados, correspondiendo 33 habitantes por kilómetro cuadrado.

**Cabila de Beni-Sidel.**—Tiene algunas fracciones situadas al otro lado del Kert, en donde ocupa gran parte de la meseta de Tinkermin, hasta las proximidades de la posición de Tincharet, cruzando su lindero el vallé del Baax, y dejando dentro de su perímetro algunos poblados de las vertientes orientales del monte Mauro, para cruzar el Kert, frente a los Tumiats, y entrar luego en Guelaya por entre ambos, confinando al Norte con Beni-bu-Gafar, y siguiendo el lindero de esta cabila hasta su encuentro con el de Beni-Sicar, continúa por éste hasta llegar al de Beni-bu-Ifrur, que sigue hacia el Sur hasta cerca de la casa de Ulad el Mir, en donde se separa de él y toma una dirección Este, pasa por el Sur de Mars

el Biad e Yfri Bu-Sherif; después, por las colinas de Ifrit-Aisa y cruza el Kert aguas arriba de Sidi el Mehedi para ir a buscar la posición de Tincharet, en la meseta de Tikermín.

Hemos observado en esta cabila una particularidad que la diferencia algo de las anteriores y que pudiera indicar un origen distinto o más bien un parentesco más lejano que el que une a las otras entre sí, aunque también pudiera solamente proceder de su situación fronteriza.

En las otras cuatro cabilas, el emplazamiento de los poblados parece haber sido elegido buscando el agua, elemento primordial e indispensable para la vida, pues la mayor parte de las veces están situados en las inmediaciones de los arroyos o manantiales, que, como es natural, no se hallan en las alturas, sino más bien en las laderas y puntos bajos. En sus construcciones se atiende, en primer lugar, a facilitar las necesidades de la vida agrícola, consistiendo el principal y único elemento defensivo que se encuentra en las numerosas chumberas que en este país siempre rodean a todo terreno habitado. Es decir, que en estos poblados parecen predominar las necesidades agrícolas sobre las de seguridad. En cambio en Beni-Sidel sucede lo contrario, las últimas parecen más apremiantes que las primeras. Las casas (fot. 1) están mejor construidas y presentan un aspecto más guerrero, existiendo algunas flanqueadas por construcciones de sección cuadrada de mayor altura, a manera de torreones, que las asemejan a verdaderas fortalezas, pero sobre todo están situadas generalmente en la parte alta de los cerros y colinas, buscando, sin duda, posiciones eminentemente defensivas. Para proporcionarse el agua en estos sitios, ejecutan excavaciones en las proximidades de la casa en forma de estanques o balsas en donde se acumula el agua de lluvia sobre el suelo arcilloso que tanto abunda en esta cabila; a esta balsa suelen darle el nombre de *maia*.

Tiene esta cabila una extensión superficial de 212 kilómetros cuadrados, y su población es de 7.220 habitantes, según el censo de 1913, correspondiendo, por lo tanto, 33 por kilómetro cuadrado.

La población general de Guelaya se resume en el siguiente cuadro:

POBLACIÓN DE GUELAYA

	NÚMERO DE HABITANTES			Extensión. — Km. <sup>2</sup>	Densidad por — Km. <sup>2</sup>
	Moros.	Moras.	TOTAL		
Beni-Sicar.....	4.350	3.705	7.724	158	49
Mazuza.....	5.350	4.385	9.735	106	91
Beni-bu-lfrur.....	4.776	4.912	9.686	169	57
Beni-bu-Gafar ....	1.320	1.240	2.560	78	33
Beni-Sidel.....	3.739	3.481	7.220	212	33
	19.202	17.723	36.925	723	52

**Posesión española de Melilla y Zona neutral.**—En la parte oriental del litoral de Guelaya, entre el cabo de Tres Forcas y la bocana de Mar Chica, existe un escarpado peñasco calizo que sobresale unos 30 metros sobre el nivel del mar y que, unido por estrecho istmo al continente, domina por el Norte la rada, que, resguardada de los vientos de los cuadrantes 2.º, 3.º y 4.º, y abierta a los del 1.º, forma la costa al Sur.

Esta pequeña península, sobre la que se asienta la antigua plaza fuerte de Melilla, por su ventajosa posición estratégica y condiciones topográficas, ha sido ocupada en el transcurso de los tiempos por todas las razas históricas que han pretendido dominar el Mediterráneo. Los fenicios primero, después los cartagineses, más tarde los romanos, luego los vándalos, posteriormente los bizantinos, los berberiscos y los árabes han ido pasando sucesivamente sobre ella hasta el año 1496 en que Pedro Estopiñán, caballero al servicio de la casa ducal de Medina-Sidonia, la conquistó para España. Desde entonces nuestra bandera ha ondeado siempre sobre esa roca, cuyas cercanías han sido frecuentemente teatro de sangrientos combates, sin que, a pesar de ellos, se haya logrado ensanchar sus fronteras más que en mezquina e insignificante proporción, en relación con los enormes sacrificios realizados.

Los límites actuales fueron acordados en la Convención de 24

de Agosto de 1859, cuyo artículo 2.º estipulaba que «se trazarán por Ingenieros españoles y marroquíes, tomando como base de sus operaciones para determinar la extensión de dichos límites el alcance del tiro de cañón de 24 de los antiguamente conocidos», y el artículo 4.º establecía entre la jurisdicción española y marroquí un campo neutral, cuya anchura posteriormente se fijó en 500 metros.

La demarcación se efectuó en Junio de 1862, haciendo dos disparos desde el fuerte Victoria Grande, adoptándose para radio del campo español la longitud de 2.900 metros; se fijaron 17 vértices, pero en algunos de ellos se disminuyó la distancia para que quedaran fuera terrenos pertenecientes a jefes influyentes y la mezquita de Sidi-Auriach. Uniendo por rectas estos vértices se formó la línea poligonal, que limita el campo español, y alrededor de ella se señaló una faja de 500 metros para zona neutral.

Resultado de lo anterior es que el campo español de Melilla presenta aproximadamente en plano la forma de un sector poligonal, cuyo centro ocupa el lugar de la antigua fortaleza, situada en la parte más oriental, dejando, por lo tanto, todo el campo a Poniente, bordeado por la faja neutral. Ésta linda, por la zona Norte, con la cabila de Benisicar en 1.400 metros; después, por el Oeste, con la de Mazuza, en 1.500, y luego otros 1.500, con Beni-Sicar, hasta el arroyo de Frajana, desde cuyo punto vuelve a confinar con Mazuza por toda la zona Sur hasta el mar.

El último censo acusa para Melilla una población civil de 37.575 habitantes, de los que 18.519 son varones y 19.056, hembras; a éste hay que añadir la población militar, que es muy variable, y que a fines de 1916 ascendía, según la última Memoria de la Junta de Fomento, a 30.080, de los que 21.663 se hallaban en las posiciones y 8.417 en la Plaza. Resultando, por lo tanto, una población total para Melilla de 45.992 habitantes.

## OROGRAFÍA

Antes de comenzar el estudio detallado de la orografía de Gue-laya, creemos conveniente exponer algunas consideraciones generales sobre las ideas que existen acerca de los sistemas montañosos que constituyen el relieve de Marruecos, en especial en su zona Norte.

Desde muy antiguo se reconocían en este país dos sistemas principales. Ya en el siglo II de nuestra Era, el famoso geógrafo alejandrino Claudio Tolomeo, situaba el primero siguiendo paralelamente y próximo a la costa Norte que baña el Mediterráneo, designándolo con el nombre de Pequeño Atlas; éste es hoy conocido generalmente con el de Cadena del Rif, que es el que interesa más directamente a nuestro estudio, y el segundo, que llamaba Gran Atlas, atravesando en dirección Noroeste a Suroeste el Imperio. Este último ha sido dividido por los geógrafos modernos en tres, llamados, respectivamente, de Norte a Sur, Mediano Atlas, Gran Atlas y Anti-Atlas, que, en conjunto, constituyen el relieve orográfico principal del país y quedan fuera del cuadro de nuestro trabajo, al que sólo parte del primero afecta algo.

Claro es que las consideraciones en que los geógrafos antiguos se basaban para la clasificación de los sistemas montañosos no son las únicas que ahora se tienen en cuenta, pues hasta principios del siglo XIX sólo se apoyaban en la continuidad topográfica de las cordilleras; pero ya en esta época los trabajos de Humboldt, de Buch y de Beaumont, verdaderos precursores de la tectónica moderna, han ido modificando paulatinamente aquel sencillo criterio; el primero con la aplicación de la geología al estudio de la geografía física, puso de manifiesto que las formas topográficas dependían principalmente de la constitución geológica de los terrenos, modificada por los fenómenos actuales; descubrió el segundo cierta relación entre las alineaciones formadas por los volcanes, indicadores de roturas terrestres y las cordilleras, relación

que le llevó a aplicar a estas últimas la teoría errónea de Werner acerca de las roturas y agruparlas según sus tres famosos sistemas de direcciones; llegó el tercero a asignar ya una edad a las montañas, fundándose en las discordancias que existen entre tramos distintos denunciando los movimientos que han tenido lugar entre las épocas de sus depósitos, y esta última noción de la edad es a la que se presta más atención hoy en día para la clasificación y agrupación de las montañas en sistemas, siendo además la más interesante para la geología.

El eminente geólogo austriaco Ed. Suess, que con su obra ya clásica *Das Antlitz der Erde* (1), en la que ha condensado las observaciones de los múltiples trabajos geológicos publicados y esparcidos por todo el mundo, sintetizándolos en una teoría genial de conjunto, puede ser considerado como el fundador de la ciencia moderna de la tectónica. Al ocuparse en el tomo I de su obra de las líneas directrices del sistema alpino, describe como perteneciente a este último la cadena del Norte de África, que designa con el nombre de Atlas Mediterráneo, abarcando el Atlas Teliense y el Sahárico de los geógrafos franceses, y el sistema del Rif, que considera en prolongación. Se funda para ello, en cuanto se relacione con la zona de Túnez y Argelia, en los excelentes trabajos publicados por los geólogos franceses sobre esos territorios, y en lo referente a Marruecos solamente en los muy incompletos, debidos a Coquand (2). De todos ellos resulta que esta cadena está constituida por tres fajas o zonas: una interior, costera, al Norte, formada por apuntamientos de rocas eruptivas recientes, que jalonan una línea de fractura; otra a continuación en la que afloran terrenos arcaicos y primarios, y, en fin, una tercera caracterizada por una serie de ondulaciones secundarias y terciarias entre las que a veces asoma algún islote de triás, permiano o rara vez de pizarras primarias, terminando al Sur de Argelia por escarpes domi-

(1) *La Face de la Terre*, trad. de Margerie.

(2) *Description géologique de la partie septentrionel de l'Empire du Maroc*. B. S. G. F. 1847.

nando el Sahara, caracteres generales semejantes por completo a los que tienen las otras ramas del sistema alpino, principalmente la cordillera Bética y los Apeninos.

De todo ello deduce el insigne geólogo que el Atlas mediterráneo pertenece a las cadenas alpinas, que está constituido en gran parte por capas mesozoicas plegadas, que su borde interno hundido está situado hacia el Norte, que se une a los Apeninos por Sicilia y después de atravesar Túnez, Constantina, Argelia, Orán y el Rif, al terminar éste se incurva en un arco de círculo y, pasando por Anyera, atraviesa el Estrecho de Gibraltar en las columnas de Hércules y se continúa por la cordillera bética.

Luis Gentil, uno de los geólogos que más se han distinguido en el estudio de Argelia, principalmente en la región de Orán, y que en unión de Brives y Lemoine constituye una brillante representación de la geología francesa en Marruecos, ha efectuado diversas expediciones por el Imperio recorriendo varias de sus regiones, y entre ellas la zona de la frontera argelino-marroquí, publicando el resultado de ellas en gran número de trabajos y resumiendo sus ideas acerca de la orografía de esta región en su interesante libro *Le Maroc Physique*. En él opina, sin afirmarlo de una manera definitiva, que la cadena del Rif, aunque perteneciente a un levantamiento terciario, no es continuación de las de Orán, sino que nace en Guelaya, para incurvarse hacia el Suroeste, antes de describir la curva que le dirige hacia el Estrecho de Gibraltar, en donde confirma de una manera categórica la idea de Suess respecto a la continuidad del Rif y la cordillera bética.

Uno de los motivos que le inducen a sospechar el nacimiento del sistema del Rif en Guelaya, y hasta a indicar la posibilidad de su unión, también por esta parte oriental, con la cordillera bética, es la saliente que forma en el mar el cabo de Tres Forcas, en cuya prolongación se encuentran el islote andesítico de Alborán y el cabo de Gata en España que, a juzgar por los mapas bathimétricos, vienen unidos por una cresta submarina.

El Sr. Fernández Navarro (1), al ocuparse de la orografía del Imperio, en la obra titulada *Yebala y el bajo Lucus*, sigue la opinión de Gentil respecto a la independencia de la cadena del Rif y las de Argelia, pero en cuanto a su comienzo en Marruecos dice: «La cadena rifeña empieza bastante a Poniente de Tres Forcas, sin duda hacia el promontorio del cabo Quilates, que marca el límite oriental de la bahía de Alhucemas.» No conocemos nada de la estructura ni composición geológica del cabo Quilates e ignoramos las razones, seguramente atendibles, que han inducido al sabio profesor para llevar al citado paraje el comienzo de la cordillera, pues en su obra no las indica, exponiendo solamente su convencimiento de que no nace en Guelaya, en lo que coincidimos con él.

En el estado actual de nuestros conocimientos sobre la costa Norte de Marruecos, nos guardaremos muy bien de apoyar o rechazar en absoluto ninguna de estas tres hipótesis, pues no tenemos autoridad ni fundamentos sólidos para ello, y menos aun para fundar otra nueva; sin embargo, nuestras impresiones hasta la fecha nos inclinan, como vamos a ver, a considerar la idea de Suess como la más conforme con nuestras observaciones, a pesar de ser el único de los geólogos citados que no ha visitado el país, y de haber fundamentado sus conclusiones respecto a este sistema montañoso sobre datos tan incompletos y defectuosos como los de Coquand, lo que nos lleva a admirar más sus geniales concepciones tectónicas, cuya aplicación, más que los datos citados, le han conducido en realidad a aquellas conclusiones.

Como sucede en el Atlas teliense, el sistema del Rif, en su zona oriental, no consta sólo de una cadena de montañas, sino que está formado por varias cordilleras paralelas a la costa, y desde luego, pertenecientes todas al mismo levantamiento. Las primeras líneas

(1) La Real Sociedad Española de Historia Natural tomó en sesión de Marzo de 1905, la patriótica iniciativa de crear una Comisión de estudios del NO. de África, encomendando los correspondientes a la geología, al profesor de la Universidad Central D. Lucas Fernández Navarro. Resultado de ello, ha sido la publicación de varios interesantes trabajos geológicos sobre Marruecos, debidos a este distinguido naturalista.

de alturas comprendidas en Guelaya y que parecen prolongarse hasta Poniente, por la cordillera costera de Beni-Said, que comienza al otro lado del Kert, por el monte Mauro, cuya composición, a juzgar por el aspecto que desde la meseta de Tikermin y posiciones avanzadas del Dráa presenta, es análoga a la del Gurugú, es decir, un macizo volcánico terciario; denotan que estas cadenas costeras corresponden a la zona interior de roturas que ha producido el hundimiento del Mediterráneo, una de las últimas manifestaciones correspondientes al levantamiento alpino en esta región.

Más al Sur, y paralelas a ésta, existen otras cadenas, de las que la primera penetra en la zona de influencia española por la sierra de Quebdana, continúa por los montes de Ziata y sigue por los de M'talsa a una distancia aproximada de 25 kilómetros de la anterior, está compuesta, al menos en la zona ocupada por España, por terrenos secundarios y eógenos plegados que corresponden a la tercera faja de Suess, y que, como prolongación de Quebdana, que el mismo Gentil ha recorrido y reconoce que no puede ser separado de las cadenas plegadas del litoral oranés, debemos suponer pertenecen al mismo sistema.

En la zona occidental del Rif, a juzgar por las indicaciones de los mapas publicados, también se reconocen, por lo menos, dos líneas paralelas, de alturas más elevadas las interiores que las costeras. Acerca de la composición de éstas no tenemos datos, pero en cuanto a las primeras parecen estar formadas, según observaciones de Gentil, hechas a distancia, principalmente por calizas jurásicas, lo que hace sospechar sea el eje principal del Rif correspondiente a la zona plegada reconocida en la parte oriental, y de la que forman parte los montes de Quebdana y Ziata.

Más a Poniente, el mismo Gentil hace notar que al Sur de Tánger y en la región de Anyera, los terrenos cretáceos (cenomaneños y senonenses), ofrecen una facies bathial que parece indicar afinidades con el Atlas teliense.

Si examinamos el mapa geológico de Argelia, sobre todo en su zona occidental, observaremos que los colores que determinan

los tramos geológicos se presentan claramente en fajas cuya orientación indica la dirección de los pliegues que constituyen las cadenas argelinas, y en esta misma forma y dirección penetran en Marruecos.

Estas fajas sólo se hallan interrumpidas en la zona costera por las manchas que indican los afloramientos de rocas eruptivas y pizarras primarias, de las que luego nos ocuparemos.

Si hacemos caso omiso de la zona cubierta por el mar, vemos que las formaciones de Orán, siguiendo la dirección indicada por las fajas, deben reaparecer en Guelaya, y así sucede en efecto, según veremos en la descripción geológica.

La misma depresión de la llanura de la Gran Sebja, siguiendo la misma orientación, parece repetirse en la llanura del Garet y la Mar Chica, encontrándose también en prolongación de la cadena de Tessala, los montes de Quebdana y Ziata, indicando claramente la continuidad de las formaciones, que solamente se hallan interrumpidas por el mar que cubre la zona hundida de que vamos a ocuparnos.

Hemos indicado anteriormente que la saliente en el mar del cabo de Tres Forcas, el asomo del islote de Alborán en su prolongación y el del cabo de Gata en España, siguiendo la misma alineación, y la existencia, al parecer, de una cresta submarina entre ellos, han inducido a Gentil a indicar la posibilidad de la unión por la parte oriental de la cordillera del Rif con la bética.

Creemos desde luego indudable que esta línea que parece separar también las grandes profundidades de 2.000 a 3.000 metros que quedan a Levante, de las de 1.000 escasos que se registran a Poniente, nos indica una fractura que representa el borde occidental de un hundimiento que pudiera ser el determinado por las erupciones Gurugú, Tres Forcas, Alborán, Cabo de Gata, Águilas, Cartagená, Orán, Nemours y Chafarinas.

Los volcanes que jalonan esta zona parecen haber sido producidos en un principio por erupciones submarinas, como lo atestigua el encontrar sus conos edificadas sobre depósitos neogenos,

entre los que se hallan interestratificados los productos de sus erupciones en forma de tobas volcánicas marinas.

Además las principales erupciones han debido ser contemporáneas entre sí, pues aun cuando en España están referidas al plioceno, y en Orán, Gentil, que ha hecho un estudio muy detenido de ellas, las sitúa en el mioceno medio y superior, en Guelaya las creemos también pliocenas, pero sospechando que esta diferencia procede de discrepancias de apreciación respecto a la clasificación de los tramos neogenos, pues las descripciones lithológicas del mioceno medio y superior de Gentil coinciden en un todo con las de los tramos clasificados por nosotros como plasenciense y astiense.

Las rocas hipogénicas, producidas por estas erupciones, pertenecen a la familia de las andesitas, y están caracterizadas por un feldespato muy próximo al Labrador. Es interesante hacer notar que esto parece estar en contradicción con la teoría sustentada por M. Michel Levy (1), acerca de la diversidad de composición del magma en las erupciones correspondientes a este tipo de hundimientos, llamados por él en óvalo y característicos del Mediterráneo, a cuyo resultado le había conducido la comparación de los tres volcanes modernos del mismo, Vesubio, Pantelaria y Etna; potásico el primero, sódico el segundo y cálcico el tercero. En realidad cuesta trabajo creer que este magma sea homogéneo en los grandes hundimientos lineales, a veces de una longitud tan enorme como los Andes, y diferente en los ovalados de una extensión mucho más reducida, y no parece que exista ningún razonamiento científico en apoyo de esta teoría; razonamientos que en las Ciencias naturales sólo pueden comprobarse multiplicando las observaciones.

Todas las consideraciones anteriormente expuestas inducen a afirmar que este óvalo ha sido producido por un hundimiento submarino.

(1) *Sur la coordination et le répartition des fractures et des effondrements de l'écorce terrestre*, B. S. G. F., 1898.



Desde luego parece comprobarse que esta zona extremo occidental del Mediterráneo actual, se ha ido formando por hundimientos sucesivos. La mayoría de los geólogos está conforme en que la apertura del Estrecho de Gibraltar marca el principio del plioceno, pues al crear la comunicación del Océano con el Mediterráneo, se efectuó la invasión de éste por una fauna de origen atlántico, diferente de la de los tipos subtropicales de las épocas precedentes que es la que caracteriza los depósitos de este período en el Mediterráneo. La rotura que ha abierto el Estrecho de Gibraltar, supone Gentil deduciéndolo de la constitución general en cúpulas y cubetas que ha observado en la parte occidental de la cadena del Rif, que ha tenido lugar en la zona de inmersión de los pliegues de esta cadena.

Es difícil fijar con exactitud los bordes de este primer hundimiento, que dió lugar al mar plasenciense, pues no viene jalonado por rocas eruptivas terciarias que no se encuentran en las costas de España a Poniente del cabo de Gata, ni en el litoral de Ceuta a Tetuán, único reconocido hasta ahora.

La extensión del mar plasenciense en esta zona occidental debía ser mayor que la que ocupa actualmente el Mediterráneo, a juzgar por los testigos que han quedado de sus depósitos bordeando las costas meridionales de España y septentrionales de África.

Este primer hundimiento ha sido seguido durante todo el período por otros, unos exteriores al Mediterráneo y otros interiores, algunos de ellos submarinos, que unidos al continuado movimiento de emersión que se observa en toda esta costa durante el transcurso del neogeno, han ido motivando la regresión del mar hasta el nivel actual, siendo uno de los últimos que aparece claramente definido el del óvalo indicado.

Respecto a la edad precisa de este último hundimiento, sabemos que es posterior a las erupciones andesíticas que lo jalonan y que es posible le hayan motivado; pues en Guelaya se comprueba que las capas astienses contemporáneas de la erupción del Gurugú y todo este macizo, aparece inclinado, buzando hacia Le-

vante como influido por él. Resultando, al parecer, que las rocas hipogénicas contemporáneas del movimiento son los basaltos que se encuentran bordeando su falda.

Ya hemos indicado que no hay acuerdo respecto a la edad de las erupciones andesíticas entre los trabajos de los geólogos franceses en Argelia, y los de los españoles en España y Guelaya. Es de gran interés para la historia del Mediterráneo occidental fijar con certeza esta fecha, para lo que sería necesario hacer un estudio comparativo de conjunto de los tramos neogenos. Lo que sí puede desde luego afirmarse es que el hundimiento del óvalo citado es más moderno que la formación principal de los pliegues que han originado las cordilleras de Argelia y Marruecos, y, por lo tanto, ha podido interrumpir la continuidad topográfica de éstas.

También puede haber sido causa de la creencia de la falta de continuidad de las cadenas del Rif con las de Argelia lo que sucede en algunos sitios en donde éstas son a veces atravesadas por otras que llevan una dirección más norteada, como pasa en Guelaya y parece se repite en los montes de Beni-Tuzín, a juzgar por lo que se ve a distancia, pero esto también ocurre en toda la costa occidental de Orán, y suele tener lugar precisamente en los macizos en donde afloran las pizarras primarias, lo que parece indicar más bien que sea debido a la influencia que la dirección que dieron a éstas los pliegues anteriores al terciario, quizás hercinianos, aunque en algunos sitios nos parecen más bien postliásicos, han podido ejercer sobre la general de los pliegues terciarios, influencia que es mayor en los lugares en que su encuentro ha producido la emergencia de esos macizos antiguos denominados por Sues *Altai*es *póstumos*, que en Orán están representados por los macizos del Sahel, Skouna y los Traras, y en Guelaya por Taryat y Beni-bu-Ifrur.

Es posible que la saliente del cabo Quilates pertenezca también a uno de estos macizos análogos, cuya investigación tiene por otra parte, importancia práctica, porque en ellos radican, tanto en Orán como en Guelaya, los criaderos de hierro.

Todas estas consideraciones nos inclinan por ahora a acepta,

la opinión del ilustre geólogo de Viena y considerar el sistema del Rif como la prolongación del argelino, es decir, formando parte del Atlas mediterráneo de Suess.

De todo lo expuesto, deducimos que el sistema orográfico de Guelaya tiene que resultar muy complicado por hallarse situado en la zona de roturas, y al mismo tiempo en la intersección de dos sistemas de pliegues, y así sucede, en efecto, resultando sumamente confuso, principalmente en la zona Sur, no presentando en su conjunto cadenas de montañas, sierras ni cordilleras propiamente dichas, sino estando constituido por una reunión de núcleos montañosos, aislados unos de otros, y siguiendo líneas a primera vista arbitrarias, no sujetas a ninguna dirección fija predominante.

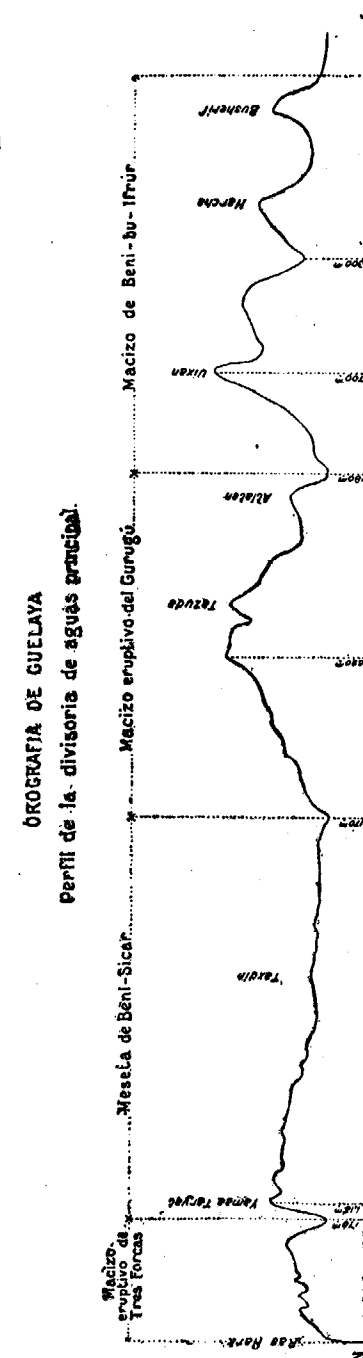
Esta confusión atestigua los múltiples y variados fenómenos de plegamientos, roturas y hundimientos a que ha estado sometida en diversas épocas, movimientos que han dado lugar a grandes erupciones y que combinados y seguidos de un trabajo de erosión extraordinario en algunos puntos han sido causa de tan variada y extraña topografía.

De aquí nace la dificultad de dividir este conjunto en grupos o sistemas montañosos distintos y poco numerosos, pues como base para estas agrupaciones suelen tomarse generalmente las direcciones predominantes, y como, por otra parte, esta división es conveniente para facilitar su descripción y comprensión, vamos a fundamentarla en algunas consideraciones.

La divisoria de aguas de mayor longitud, que en este caso es la que atraviesa la comarca de Norte a Sur, debe considerarse como la directriz topográfica del nervio montañoso principal, y como el elemento más importante de su compleja estructura, arrancando de los puntos más elevados de ella nacen otras de menor longitud, casi normales a la primera, que forman crestas montañosas secundarias.

Si nos fijamos en el perfil que sigue esta línea en Guelaya, vemos que penetra al Sur por la llanura del Garet, en donde tiene una cota inferior a 200 metros, elevándose hasta 400 metros al pasar por la cumbre de la Sierra de Bu-Sherit, desciende des-

pués a 240 en el collado, donde nace el Melha, para elevarse otra vez hasta 470 metros al cruzar por la altura del Har-cha descendiendo a cerca de 300 en el collado de Ibergusen para volver a subir en cinco kilómetros a la cota máxima de todo su recorrido, que es la de 700 metros en la cúspide del Uixan. Baja después en poco más de cuatro kilómetros hasta el puerto de At-laten, a 180 metros, y vuelve a elevarse bruscamente a 620 en el macizo del Gurugú para descender a 170 metros al salir de éste, en el collado próximo al poblado de Arranú. Desde este punto asciende suavemente, denunciando una meseta en una longitud de 18 kilómetros, hasta alcanzar la cota 415 metros en el pico de Taryat, desde donde desciende rápidamente a 170 metros, para volver a subir en la misma forma a 320 metros, y después de algunas pequeñas oscilaciones venir a morir al nivel del mar por la extremidad que al Norte forma el cabo de Tres Forcas, después de recorrer una longitud aproximada de 55 kilómetros.



Aunque la cota de 700 metros es la mayor de esta divisoria, conviene advertir que no es la más elevada de la región, pues los picos de Taguigriat (885 metros), Basbil (792 metros) y Kol-la (720 metros), en el Gurugú tienen mayor altura; pero debido a una inflexión que tiene el río de Oro, y que luego comentaremos, quedan fuera de la divisoria de aguas, perteneciendo a la cuenca oriental.

Presenta, por lo tanto, la divisoria como particularidad más saliente tres collados o puertos principales con cota inferior a 200 metros, que son, partiendo del Sur hacia el Norte, los de At-latén, Arranú y Aguilmán; el primero, entre el Uixan y el Gurugú; el segundo, entre éste y la meseta de Beni-Sicar, y el último, entre ésta y el promontorio de Tres Forcas.

Estos collados nos van a servir para la división en macizos montañosos, quedando claramente determinados, como se ve en el plano hipsométrico adjunto, con cotas de 200 metros, y en el perfil que acompañamos los cuatro grupos montañosos que debemos considerar en Guelaya, para su descripción orográfica, separados entre sí por los puertos de que hemos hecho mención. Veremos más adelante que esta división está conforme en general con la constitución geológica de los diversos macizos, que de Norte a Sur son:

- 1.º Macizo eruptivo del cabo de Tres Forcas.
- 2.º Meseta sedimentaria de Beni-Sicar.
- 3.º Macizo eruptivo del Gurugú.
- 4.º Macizo de Beni-bu-lfrur.

**Macizo eruptivo del cabo de Tres Forcas.**—Esta masa montañosa, comprendida entre la gran cortadura de Aguilmán y el mar que ocupa el extremo Norte de la cabila de Beni-Sicar, formando el verdadero cabo de Tres Forcas, está constituida por una multitud de picachos pelados y agrestes, cuyas vertientes, hendidas por profundos barrancos, presentan un aspecto árido y desolado.

Su mayor altura es de 360 metros, y está situada al Sudeste del macizo, en la proximidad del barranco de Aguilmán, domi-

nando el poblado del mismo nombre; cerca de ella, más al Sur, hay otra de 320; siguen en importancia algunos picos hacia el Nordeste con cotas inferiores, aunque próximas a 300 metros.

Estas alturas no están alineadas ni situadas con arreglo a ley ninguna, sino colocadas sin orden ni concierto, delatando con sus formas caprichosas y riscos escarpados la naturaleza eruptiva de los materiales que la constituyen.

Las dimensiones medias del macizo vienen a ser de 3.500 metros de Este a Oeste por 5.000 de Norte a Sur, lo que motiva que alturas superiores a 300 metros se hallen a distancias del mar inferiores a un kilómetro, dando esto idea de lo rápidamente que se eleva la montaña y de lo abrupto de sus vertientes que, desprovistas casi por completo de vegetación, hacen que los barrancos que las surcan en la época de las lluvias se conviertan en verdaderos torrentes que dificultan las comunicaciones, cortando y destruyendo los caminos que encuentran a su paso, y arrastrando la poca tierra formada por la descomposición de las rocas al mar o al fondo de algún estrecho vallejo, haciendo imposible la vida vegetal en la montaña, y dando al paisaje ese aspecto de aridez y pobreza que lo caracteriza.

Sólo se encuentran en esta zona cuatro poblados pertenecientes a la fracción de Abduna, de la kabila de Beni-Sicar, y algunas casas aisladas; todas ellas están situadas, como es frecuente en estas tribus berberiscas, en las partes bajas, en las proximidades de pozos o manantiales que les proporcionan el primer elemento necesario para la vida.

Uno de los poblados es el de Ifri-en-Dunech, que se halla en la vertiente Norte, cerca de la costa, y próximo a la cala llamada Marsa-as-Sok.

Otro, escondido en un barranco, que vierte en la costa occidental, casi en el centro del macizo, es el de Mahfut, interesante porque en él existe el único manchoncito plioceno de esta zona.

Podemos considerar como formando parte del macizo a los islotes llamados Farallones, al Este, y al de los Charranes al Oeste, que están constituidos por la misma roca eruptiva.

Termina este macizo al Sur, como hemos dicho, por la profunda cortadura del barranco de Aguilmán, que en dirección Este Nordeste lo separa del siguiente, denunciando con toda claridad una falla.

**Meseta sedimentaria de Beni-Sicar.**—Este segundo macizo, en que hemos dividido la comarca para facilitar su descripción orográfica, ocupa la extensión comprendida entre la gran cortadura del barranco de Aguilmán que la separa al Norte del anterior, y por el Sur son sus límites: el cauce del río de Oro desde el collado de Arranú hasta su desembocadura en Melilla, y el barranco de Haduba hasta la suya en la playa de Igsasen.

Presenta dos zonas esencialmente distintas en forma y coloración que coinciden, como luego veremos, con diferente constitución geológica. La primera, que en extensión ocupa una superficie mucho menor que la segunda, está situada en la parte Nordeste del macizo que nos ocupa y forma el borde Sur del barranco de Aguilmán, constituyendo una pequeña sierra de unos cinco kilómetros de longitud claramente orientada de Nordeste a Sudoeste de tonos oscuros cuya cresta presenta una silueta dentellada y vigorosa que por sus formas angulosas denuncia estar constituida por rocas resistentes. En general, su aspecto tiene bastante semejanza con el macizo anterior de *Tres Forcas*, pero aquí existe una línea principal de orientación que acusa la dirección general de las capas delatando el origen sedimentario de su composición.

Arranca esta sierra en la costa oriental de la punta del Peñón Hendido, siguiendo, como hemos dicho, una dirección Suroeste elevándose bruscamente a 250 metros y en seguida, después de formar un pequeño collado por donde pasa el camino que desde Melilla conduce al faro de *Tres Forcas*, volverse a elevar hasta alcanzar 415 metros sobre el nivel del mar en el pico de Taryat, que es la altura mayor que se encuentra en esta región al Norte del paralelo de Melilla; desde este punto y salvando otro collado, la cima se mantiene próxima a 400 metros para descender y desaparecer al fin a los cinco kilómetros por debajo de las rocas que

constituyen la segunda zona de este macizo, a las que sirve de apoyo o sostén.

Profundas barrancadas surcan por ambos flancos las laderas de la sierra vertiendo las del Noroeste en el barranco de Aguilmán y las del Sudeste en el mar Mediterráneo.

La escasez de aguas y de terrenos que puedan utilizarse para el cultivo, hace que esta zona esté muy poco habitada, hallándose los dos únicos poblados de ella en la vertiente Noroeste, uno, el Hasen, en la parte baja próximo al arroyo que corre hacia Poniente por el barranco de Aguilmán, y el otro, Tayilmá, en la parte alta y en el lindero de la zona siguiente.

La segunda zona, que es la que constituye la verdadera meseta, presenta un aspecto completamente diferente de tonos muy claros, llegando con frecuencia al blanco deslumbrante, de contornos menos enérgicos y líneas más suaves, indicando la constitución blanda de las rocas, margas y molasas que la integran, con una forma que, prescindiendo de los profundos y estrechos barrancos que le surcan, se puede suponer plana, ligeramente inclinada al Sudeste y limitada en ambos litorales por rápidos taludes, sobre todo en el oriental, que presenta grandes escarpes o acantilados, casi verticales en las proximidades de Melilla.

Comienza al Norte con una altura de 360 metros y va descendiendo paulatinamente hasta Melilla con una pendiente media de 3 por 100, y causa la impresión, observando su red hidrográfica, cuyo arroyo consecuente principal es el Tigorfaten, de haber sufrido un movimiento de báscula, inclinándose hacia el Sudeste, cuyas consecuencias principales han sido que la divisoria, que en los trozos anteriores que hemos estudiado iba más próxima a la costa oriental, pase a situarse cerca de la occidental y que el río de Oro, que debía desembocar en ésta tome bruscamente la dirección Este al penetrar en la meseta bordeando el macizo eruptivo del Gurugú hasta desembocar en Melilla.

Este movimiento parece corroborarse también por otras observaciones que más adelante expondremos.

La parte alta de la meseta, compuesta de rocas porosas y casi

plana, no está habitada, hallándose la mayoría de los poblados sobre los taludes del litoral y en la proximidad de los barrancos.

**Macizo eruptivo del Gurugú.** — Este tercer macizo, limitado al Norte, como hemos visto, por el barranco de Haduba y parte inferior del río de Oro, lo está al Sur por el arroyo Masín desde el río Kert al puerto de At-laten y desde este último, por la parte inferior del arroyo Uixan, hasta Mar Chica.

Está principalmente constituido y caracterizado por el llamado monte Gurugú, que ocupa desde su extremo oriental la mayor parte de la extensión expresada y cuyo estudio orográfico es interesante porque pone de manifiesto, como vamos a ver, lo mucho que puede ayudar al conocimiento de la tectónica de una región el examen de sus accidentes topográficos, por las consecuencias que de algunos de ellos pueden deducirse.

Tiene la forma de una alta montaña de amplia falda, desgarrada por grandes barrancos, de los que algunos penetran hasta el pie mismo de su elevada cima, que situada algo a Levante del macizo está coronada por cuatro picos principales. El color muy oscuro de los materiales eruptivos que la integran, es causa de que presente un aspecto imponente y sombrío, muy característico en cuanto el sol se entolda o declina.

Se encuentran en ella las mayores alturas de la comarca, que aunque no pertenecen, como ya hemos indicado, a la divisoria de aguas principal, sí constituyen una secundaria, que separa las cuencas en donde nacen el río de Oro y el arroyo de Barraca y que presenta algunas particularidades que conviene hacer notar.

Están situados estos picos sobre una línea en forma de S oriental de Levante a Poniente, de la que puede formarse una idea por el plano hipsométrico.

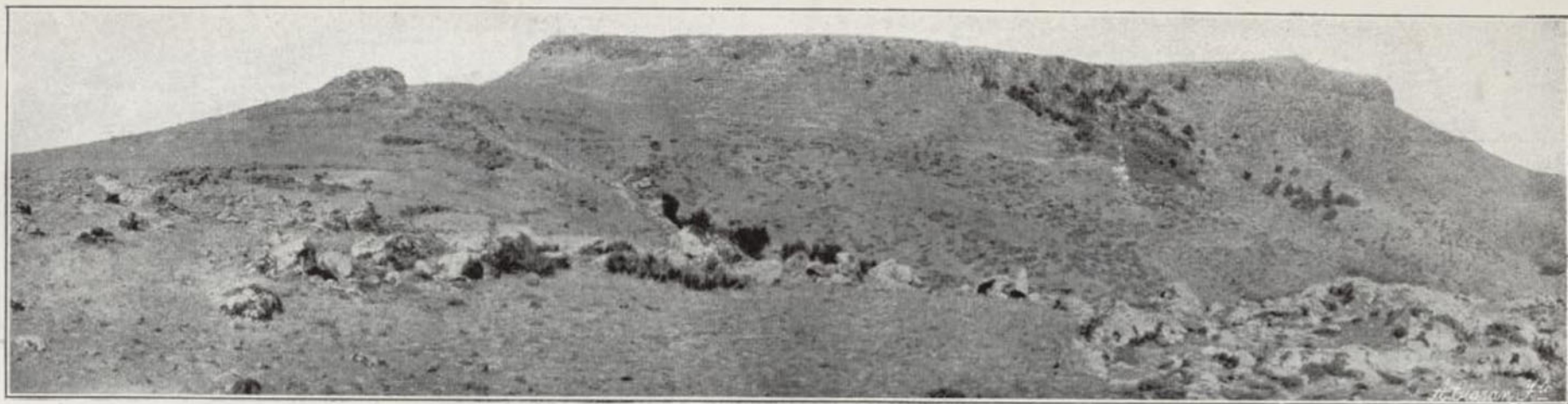
Tienen estas cuencas superiores, tanto las del río de Oro como la del arroyo de Barraca, una forma marcadamente circular, pero sobre todo la del último, que está rodeada de las alturas mayores y se cierra mucho más en su parte inferior, esto unido a que las rocas eruptivas que constituyen el macizo están dispuestas, como en tongadas o coladas, cuyas líneas de máxima pendiente prolon-

gadas vendrían a cortar a un eje ideal vertical que supusiéramos pasando por un punto equidistante de estas alturas, nos conduce a sospechar que algunos de los antiguos cráteres del volcán del Gurugú, en sus últimas erupciones, debió ocupar el emplazamiento del que pudiéramos llamar circo de Barraca y quizás otro el del río de Oro, pues existen volcanes en que hay dos cráteres acoplados de importancia casi igual (1). La exactitud de esta apreciación deberá comprobarse en futuras expediciones estudiando la dirección de los diques y buscando la garganta del volcán, si es que pudiera encontrarse.

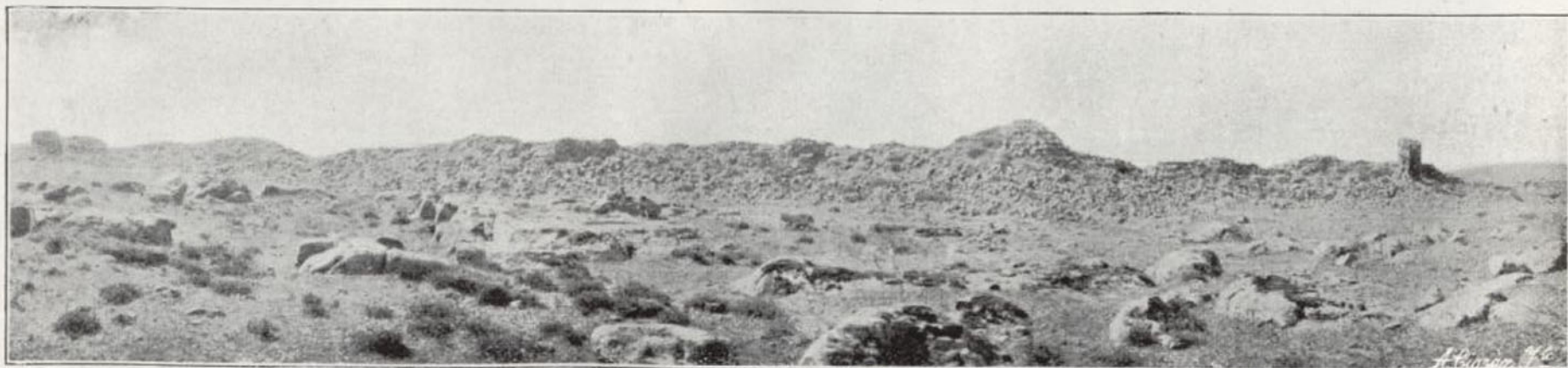
Estos picos de Taquigriat, Tisi-Taquiras, Basbel y Kol-la, no están situados en el centro del macizo, como ya lo hemos indicado, sino que se hallan más próximos a su extremo oriental, pues su distancia media a Mar Chica es de siete kilómetros, cuando por Poniente hay quince kilómetros para llegar al nivel del mar. Por el lado de Mar Chica, por lo tanto, las laderas descienden rápidamente hasta dicho nivel; pero, por el lado del Kert, lo hacen suavemente, por medio de tres mesetas principales: la de Tazuda, la del Tlat y la de Beni-Faklán o Ras Medua, pues para una distancia total de nueve kilómetros, se desciende solamente en esta zona hasta la cota de 200 metros. Para ver esto con más claridad y poder hacer algunas consideraciones sobre el perfil del macizo, acompañamos un croquis de la silueta que presenta el Gurugú de Oeste a Este, visto desde el Sur, tal como se presenta al espectador desde el monte Uixan.

Examinándole, vemos que por Levante la pendiente es grande; pero, por Poniente, ya la meseta de Tazuda no presenta gran inclinación, la del Tlat viene a ser horizontal y la de Beni-Faklán está ligeramente inclinada en sentido contrario, pero muy próxima a la horizontal. Recordemos ahora que en el perfil de un volcán regular la pendiente va disminuyendo desde el cráter hasta el borde de la falda, y que las coladas de lava, aun tratándose de rocas

(1) Tal sucede en Kilimandjaro (Africa oriental). Se cita también más de un ejemplo en Java.



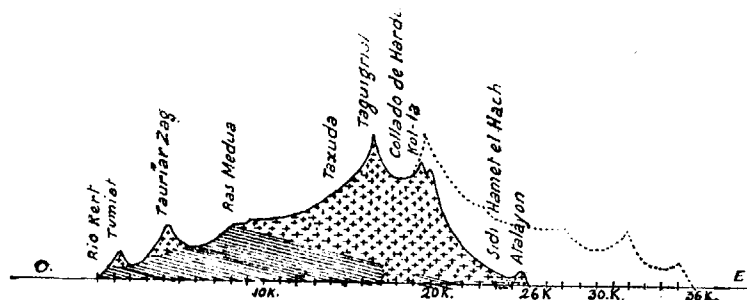
FOTOGRAFÍA 2. — Meseta Taxuda.



FOTOGRAFÍA 3. — Ruinas de la muralla de Taxuda.



básicas que, como sabemos, son las más flúidas, necesitan siempre una cierta pendiente mínima para poder avanzar (1). Lograríamos llenar estas condiciones con el perfil que tenemos, haciéndolo gi-

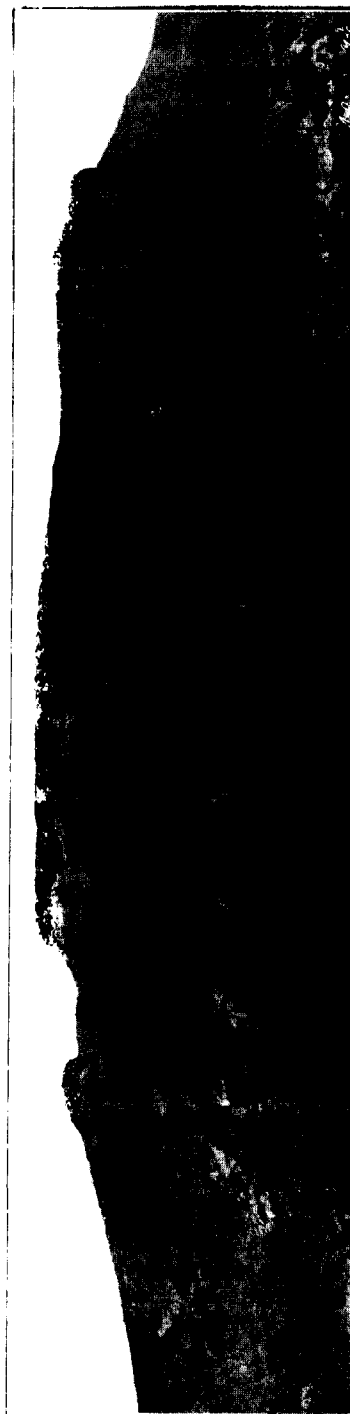


Esquema del movimiento denunciado por el estudio orográfico del Gurugú.

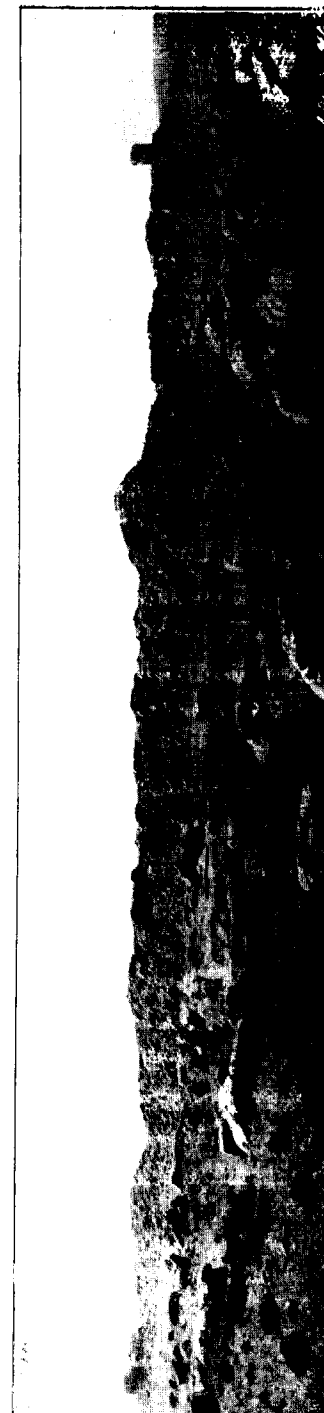
rar alrededor de un eje horizontal, orientado Norte-Sur, que pasara por Ras Medua, levantándolo por el Este, hasta que la meseta de Beni-Faklán viniese a tener en sentido contrario la pendiente mínima necesaria para que las lavas pudiesen correr en dirección Oeste por su superficie. Esta pendiente es variable, según el tipo de rocas, y en general disminuye con la acidez, pero nosotros hemos supuesto en el croquis próxima a  $10^\circ$ , teniendo en cuenta que las verticales están exageradas, sin que, por otra parte, esta supuesta cifra ejerza influencia más que en la amplitud del movimiento, pero no en su existencia, que es la que queremos ahora hacer notar.

Deshaciendo el movimiento de giro que hemos señalado, vemos que la posición actual del Gurugú parece indicar que, posteriormente a sus erupciones, se ha producido una rotura oriental, seguida de hundimiento, que ha hecho bascular a este macizo; hundimiento que parece comprobado, no sólo por lo que ya expusimos al ocuparnos de la inclinación general de la meseta de

(1) Las pendientes de los perfiles en los volcanes básicos nunca son muy pronunciadas. Sólo cuando el cono está formado de productos de proyección suele llegar a  $30^\circ$ . Las lavas básicas suelen correr a veces con pendientes de  $1^\circ$ .



FOTOGRAFIA 2. — Meseta Taxuda.



FOTOGRAFIA 3. — Ruinas de la muralla de Taxuda.

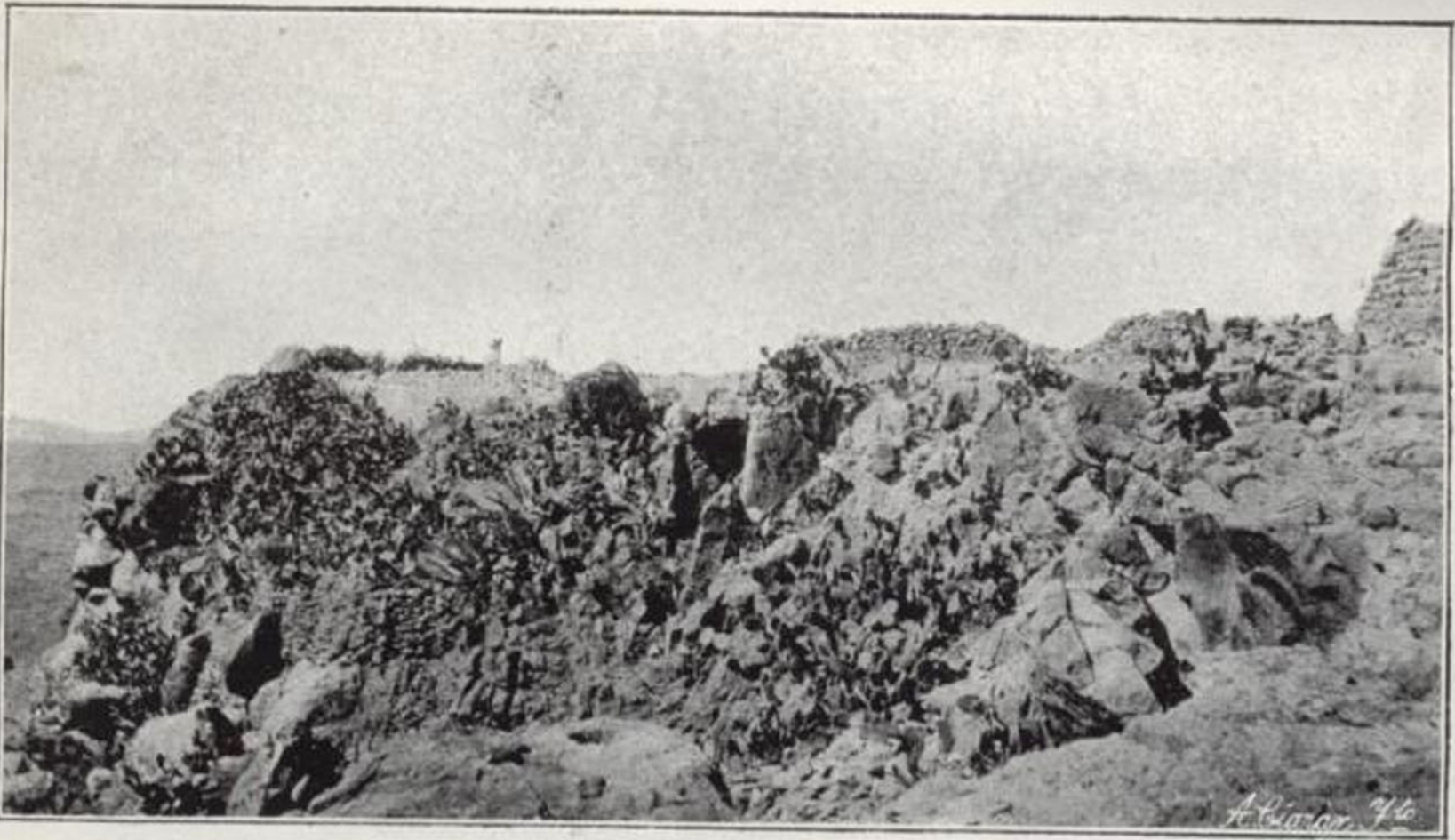
Beni-Sicar, sino también por la aureola de basaltos que bordea este antiguo volcán andesítico y que han desbordado, saliendo por grietas y sin fenómenos explosivos, El Atalayón corresponde, por su composición, al volcán andesítico.

Claro es que lo indicado en el esquema es la síntesis del movimiento, porque los hundimientos nunca pueden verificarse con esa sencillez, sino que generalmente lo hacen por escalones, siendo en sus detalles mucho más complejos y complicados, con multitud de fallas radiales y periféricas y movimientos secundarios; pero, en su conjunto, viene a quedar definido, indicando claramente una zona de hundimiento oriental.

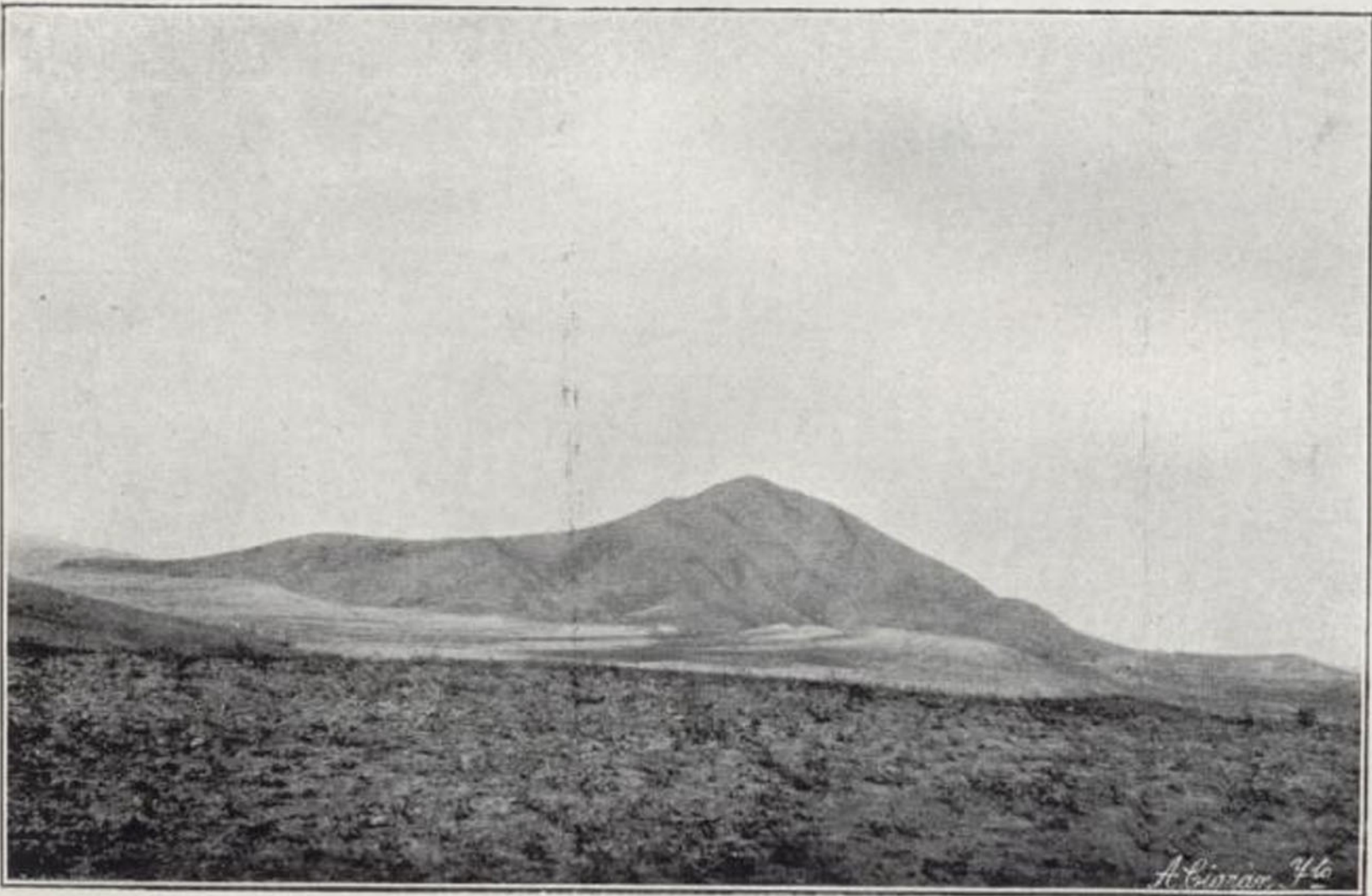
En la meseta de Tazuda (fot. 2) se encuentran unas ruinas de antiguas fortificaciones que han sido consideradas como romanas en todos los trabajos que se han ocupado de esta región, opinión que no compartimos, pues ni por su forma ni por los materiales en ellas empleados, ni por su situación topográfica, parecen pertenecer al pueblo rey, siendo mucho más probable, atendiendo a sus condiciones, que se trate de fortificaciones de la época de la ocupación de Melilla y Kazaza por los españoles.

Consisten estas ruinas en los restos de una muralla (fot. 3) que cierra la meseta por Oriente, única parte por donde es accesible en una distancia de 100 metros, flanqueada por seis pequeñas torres, que equidistan entre sí 20 metros; ni su altura ni su espesor son grandes; estando construídas con una mampostería ordinaria, trabada por una argamasa de tierra arcillosa. En su extremo occidental termina la meseta por un escarpado peñasco (fot. 4), de acceso muy difícil desde el exterior, que está coronado por una pequeña ciudadela o alcázar, hoy completamente destruído, pero del que aun se conserva parte del foso y varios sumideros que debían conducir las aguas al aljibe. Nos hemos detenido en este punto, que nada tiene que ver con la ciencia geológica, por la importancia que pudiera tener para la historia de la minería el comprobar que dichas ruinas fueran romanas.

Este macizo queda rodeado a Poniente por la prolongación de la meseta de Beni-Sicar, quedando entre los arroyos de Haduba y



FOTOGRAFÍA 4. — Borde occidental de la Meseta de Taxuda.



FOTOGRAFÍA 5. — Monte Tidinit.



Sidi Mesaud un monte de 250 metros de cota, que viene a ser un testigo de la formación pliocena en casi todo su espesor.

Como una estribación topográfica se desprenden del Gurugú, por el collado de Az-Hasain, con una dirección Sudoeste, los montes de Tauriart Buchit y Tauriart-Zag, que forman la vertiente Norte del desfiladero que sigue el arroyo Masin, cuya vertiente Sur la constituye el Tidinit, aunque geológicamente más deben ser considerados aquellos como dependientes de este último.

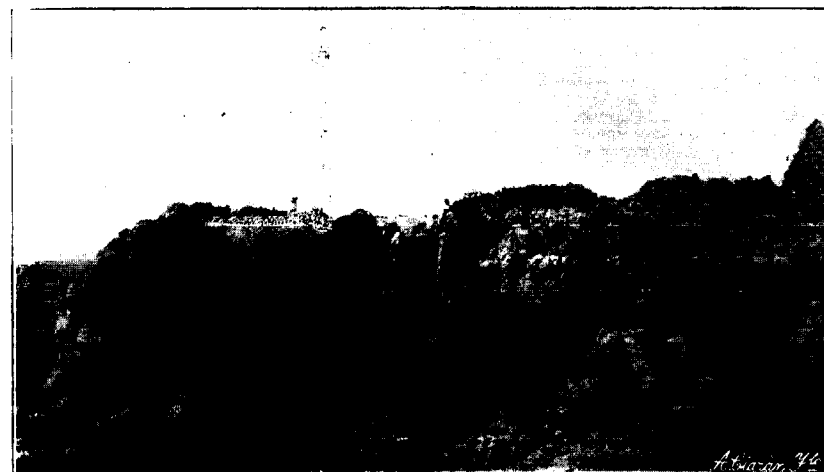
El macizo del Gurugú es uno de los más poblados de la comarca, lo que nada tiene de extraño, pues es una de las zonas más ricas en fuentes, y sus aguas son las más puras de la región.

**Macizo de Beni-bu-Ifrur.** Este macizo, situado al Sur de Guelaya y comprendido entre el paralelo que pasa por el collado de Atlaten al Norte, y la llanura del Garet al Sur, es, como indicamos al principio, el que presenta una orografía más complicada y confusa.

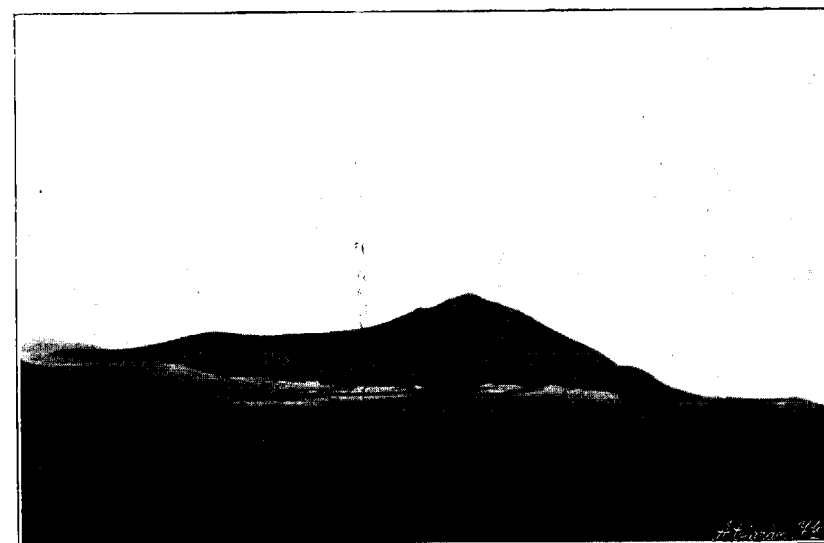
Está compuesto de un núcleo principal, que podemos llamar macizo del Uixan, en el que se encuentran las principales alturas, descuella entre ellas como punto culminante el monte que le da nombre, con 696 metros de cota; un kilómetro al Sur se halla el Ixaxa, con 592 metros, que es el que le sigue en importancia. Con alturas ya menores sigue la cresta principal, descendiendo y dibujando una curva con su concavidad hacia el Norte, que termina en las alturas que dominan por Poniente el zoco del Jemis de lasuren, y que viene a formar un semicírculo, cuyo centro aproximado ocupa el monte Axara, con 450 metros de altura.

De la parte media de esta curva, en semicírculo, arranca en dirección Oeste-Sudoeste otra cresta, que viene a terminar en los montes calizos que dominan el poblado de Ihabusaten, formando una pequeña cordillera de kilómetro y medio de longitud.

Arranca del monte Uixan, en dirección Oeste, una segunda estribación, que podemos designar con el nombre de cadena del Hianen, que, saliendo de Beni-bu-Ifrur, atraviesa parte de la cabila de Beni-Sidel, con una longitud aproximada de ocho kilómetros, terminando en el monte Tidinit, cuyo perfil cónico (fot. 5) es carac-



FOTOGRAFÍA 4. — Borde occidental de la Meseta de Taxuda.



FOTOGRAFÍA 5. — Monte Tidinit.

terístico, y alcanza una altura de 569 metros. Está constituida casi en su totalidad por rocas eruptivas que parecen indicar la existencia de una grieta o falla en esa dirección que, prolongada, es probable sea causa también de la erupción que ha producido el monte Mauro.

A Levante del macizo del Uixan se halla la depresión del valle del Jemis, que separa de aquél una pequeña cordillera de unos cuatro kilómetros de longitud y 300 metros de cota, denominada montes del Harro, que llevan una dirección Norte-Nordeste. La depresión citada queda a su vez dividida en dos por una serie de alturas que en la misma dirección Norte-Nordeste la atraviesan centralmente, comenzando al Norte por los montes de Afra, con 250 metros, siguiendo por el Bogarara, con 300 metros, y continuando por cerros y colinas de menor altura, hasta desaparecer en la llanura del Garet.

Al Sur del macizo del Uixan existen otras dos pequeñas cordilleras paralelas, con una dirección Este-Nordeste, que comienzan al Sur de Yadumen, respectivamente, por los montes del Harcha, 475 metros, y por Iss-Bumia, 400 metros, separados por la gran depresión, en donde nace el arroyo Melha, pero que luego, cortadas por varios barrancos normales a su dirección, quedan reducidos a dos filas de cerros, perteneciendo a la primera el Urufunez, Narrich e Imuchguin, y a la segunda las Eusiar, Tiberien y Bu-Tensit, y quedando al Sur de estas últimas como avanzada en el Garet los tres de Buxdar.

### **Valles y llanuras.**

Las depresiones que separan los macizos montañosos que hemos descrito, surcadas por los cauces de los ríos o arroyos que generalmente les dan nombre, la mayoría de ellos secos gran parte del año, por ser de carácter torrencial, son a menudo demasiado angostas para poderlas considerar como verdaderos valles; sin embargo, en algunos lugares presentan ensanchamientos que pue-

den ya ser designados con aquel nombre, y entre ellos los principales son los siguientes:

**Valle del Oro.**—En las proximidades de Melilla ensancha el cauce del río de este nombre, sobre todo después de su unión con el arroyo de Frajana, formando una vega muy fértil de unos 300 metros de anchura, en donde se cultivan numerosas huertas.

**Valle del Uixan.**—Poco después de la unión del arroyo que baja por el barranco del Uixan con el de Axara se forma un vallejo que, dirigiéndose luego a Levante, entre los montes de Amar y las estribaciones meridionales del Gurugú, va ensanchando hasta confundirse con la llanura que bordea por Oriente el macizo de Beni-bu-Ifrur.

Geológicamente considerado, este valle es el más interesante de todos los que integran la región de Guelaya. Debe ser clasificado como un valle tectónico de hundimiento, opinión que compartimos con el Sr. Fernández Navarro, que también lo ha considerado así, pues se comprueba claramente que la diferencia de nivel que hay entre las partes altas de este valle y su colindante el del Masín ha sido producida por un hundimiento que ha provocado la captura del arroyo del Uixan, que antes era afluente del Masín, como lo atestiguan los depósitos de mineral de hierro rodado que se encuentran en la parte alta de este último valle.

Además, los depósitos sedimentarios terciarios del valle del Masín desaparecen en escarpe en el collado de At-laten, y los depósitos cuaternarios que, comenzando cerca del Morabito de Sidi Brahim, se extienden hasta cerca del arroyo del Uixan, ya unido al Axara, se presentan inclinados hacia Levante, como si los hubiese afectado el hundimiento, lo que atestigua lo muy reciente que ha debido ser el movimiento.

Por otra parte, las vertientes meridionales del Gurugú en esta zona también parecen afectadas por el hundimiento que ha debido originar la formación de los dos escalones que vienen representados, respectivamente, por la meseta de At-laten, el superior, y el inferior por las colinas que por el Norte dominan la estación de San Juan de las Minas, en donde existen unas canteras.

Este movimiento ha debido ser una de las manifestaciones locales del general que hemos expuesto al ocuparnos del macizo del Gurugú.

**Valle del Jemis.**—Se suele designar con este nombre la depresión situada entre los montes de Guesula, al Oeste; los del Hasao, a Levante; Buguen-Zein, al Sur, y los riscos de Bogarara, al Norte, siendo su anchura de unos 500 metros, aproximadamente.

En la zona Norte de este valle se encuentra la posición de la Policía indígena, cabeza de la «Mía» de Beni-bu-Ifrur, en el lugar en donde se celebra el zoco de los jueves de la kabila.

Es el más poblado de Beni-bu-Ifrur, y su suelo, resultado de la descomposición de las rocas eruptivas que lo forman, es uno de los más fértiles de la región.

**Valle del Masín.**—Está comprendido entre el Gurugú, al Norte, y los montes del Hianen, al Sur; empieza a Levante en el collado de At-laten, ensanchando hasta alcanzar, a unos cuatro kilómetros a Poniente, su mayor anchura de cerca de cuatro kilómetros, desde donde vuelve a estrechar, quedando cerrado a Poniente por los montes eruptivos de Tidinit y Tauriart Zag, que sólo dejan pasar entre ellos por una garganta al arroyo Masín.

Su suelo está constituido por depósitos pliocenos, hallándose los poblados sólo en las proximidades de At-laten y en las faldas meridionales del Gurugú, no existiendo ninguno en la parte central ni occidental del valle, a pesar de llevar generalmente agua algunos de los barrancos que le surcan.

**Llanura.**—Sólo existe una importante que penetra algo en la parte Sur y oriental de la región de Guelaya. Comienza en la orilla de Mar Chica, al pie de los cerros de Nador, que bordea hasta las vertientes meridionales del Gurugú, faldeando éstas hasta las proximidades de Sebt y volviendo por los montes de Aomal, Afra y cerro de Ahmarín, sigue por el pie de Buguen Zein hacia Poniente, en donde toma ya el nombre de Garet.

Esta llanura va recibiendo distintos nombres: Et-Tir, en las proximidades del Tauima; Bu-Arg más al Sur, pasado el cauce del río Zeluán; Chemorra, a Poniente de la Alcazaba de este nombre



hasta el monte Arruit, llamándose, en general, Garet, en su parte Sur, sigue a Poniente hasta pasar a la cuenca del Kert, por el Sur de Mars el Biat, en donde ya toma el nombre de Seheb el Mohra. Ya por la parte occidental del macizo, en la cuenca del Kert, aun conservándose a alturas bajas, pierde el carácter de llanura por estar surcada por barrancos profundos que le quitan uniformidad.

### **Hidrografía.**

Por las fuertes pendientes que presentan los macizos montañosos que hemos descripto y la proximidad de sus principales alturas al mar, la red hidrográfica de Guelaya pertenece a un tipo esencialmente torrencial, propio para efectuar un enorme trabajo de erosión y denudación, estando formada en su casi totalidad por barrancos abruptos que descienden directamente al mar o terminan por ramblas en la proximidad de los llanos en donde se esparcen, pierden y filtran las aguas que en época de lluvias suelen conducir.

Pocos son, por lo tanto, los cursos de agua que pueden llamarse ríos, los dos más importantes que vamos a citar y que le sirven de linderos, son el Kert y el Zeluán que no nacen en Guelaya y solo el Oro es el único que hace todo su recorrido dentro de la zona que estamos considerando.

**Río Kert.**—Este río que se forma por la unión de los dos arroyos que nace uno en la cabila de Guesnaya y el otro en la de Beni-Tusin, constituye en sus 24 últimos kilómetros el lindero occidental de Guelaya.

Es, sin duda, el curso de agua más importante de la región por ser el desagüe de la meseta comprendida entre la cadena costera de Beni-Said y la cordillera de Mtalza, con una cuenca de recepción cuya extensión es seguramente superior a 1.000 kilómetros.

Tiene una longitud aproximada de 70 kilómetros que en su primer tercio sigue una dirección Nordeste que pasa al Este en el segundo, y luego se inflexiona hacia el Norte en las proximidades de Bu-Hasaren para después de atravesar la meseta terciaria de

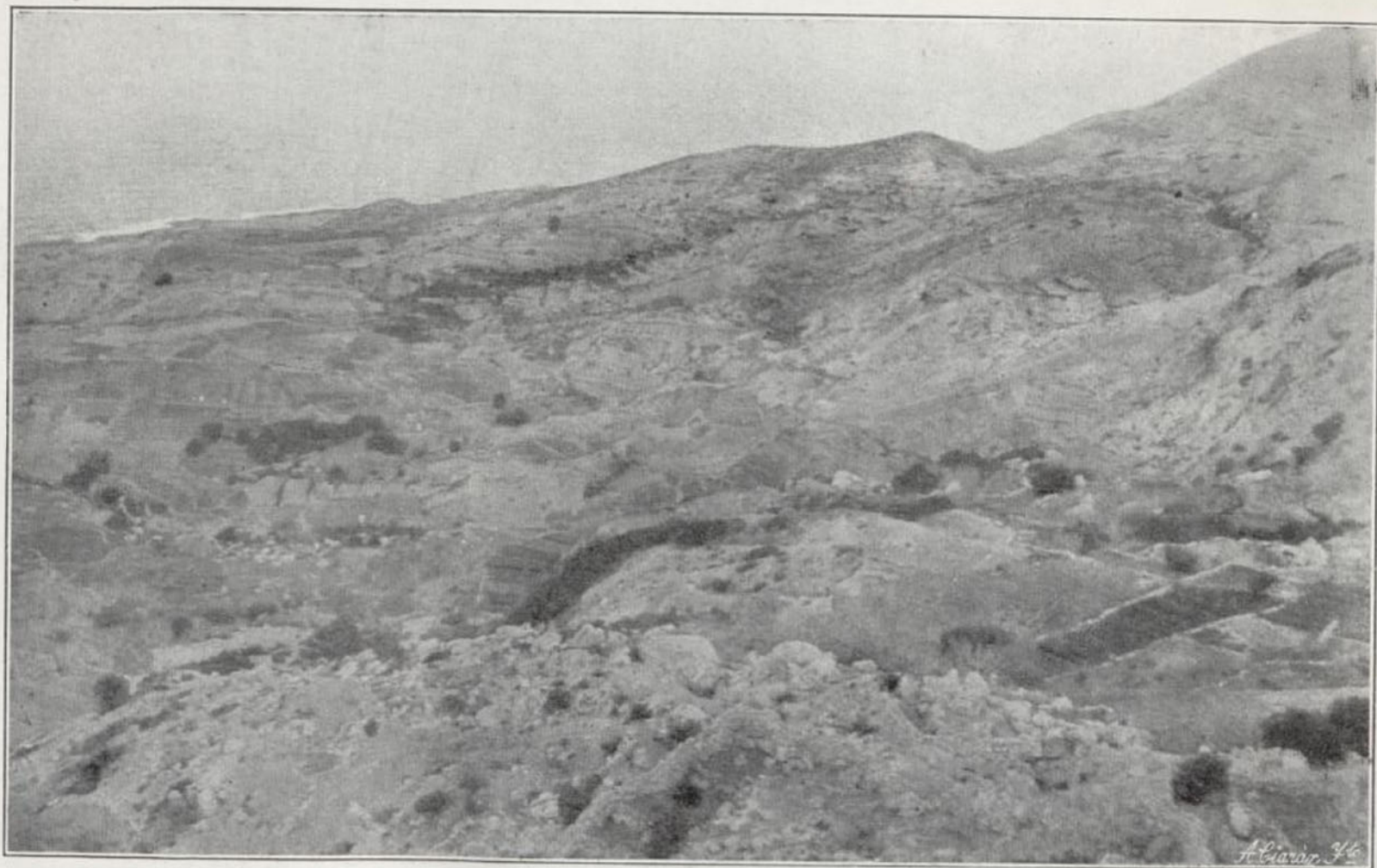
Beni-Sidel, cortar el eruptivo con un cauce profundo, estrechándose entre los Tumiat y el Mauro para venir a desembocar al fin en el Mediterráneo por las playas situadas entre Beni-Said y Beni-bu-Gafar.

En sus últimos 24 kilómetros viene a tener una pendiente media de 6 por 1.000, y en este trozo se le integran por su margen derecha de Sur a Norte los arroyos Melha, Saona, Masín y Bohua, nacidos todos en Guelaya.

**Río Zeluán.**—Es el que sigue en importancia al anterior; tiene su nacimiento en unos manantiales que surgen en las proximidades de monte Arruit, desagüe de la meseta del Garet; su dirección es Nordeste; se le unen por su margen izquierda cinco arroyos que bajan de los derrames meridionales del macizo de Beni-bu-lfrur pasa al pie de la famosa alcazaba de Zeluán, antigua residencia del Roghi, de la que toma el nombre, y después de un recorrido de 14 kilómetros se filtran sus aguas a través de las tierras arenosas que rodean a Mar Chica, desapareciendo antes de llegar a la albufera.

Su cuenca tiene una extensión de unos 400 kilómetros.

**Río de Oro.**—Tiene su nacimiento en el eruptivo en la parte central del macizo del Gurugú, recogiendo las aguas de las vertientes septentrionales de la meseta de Tazuda y de las occidentales; del pico de Taguigriat; en su primera parte lleva una dirección Noroeste, uniéndosele por su margen izquierda el arroyo de Izararén, después toma bruscamente la dirección Norte al llegar al pie de la meseta de Irgemán, atraviesa las gargantas de Hach Chaui, cerca de Arranu, desde cuyo punto lleva su profundo cauce en el plioceno; toma una dirección franca al Este, al pasar bordeando la meseta del zoco el Had de Beni-Sicar, ensanchándose su cauce al aproximarse a Melilla, en donde forma una pequeña vega, en la que viene a unírsele, primero por la margen izquierda el Tigorfaten, y luego por la derecha el arroyo de Frajana y el de Sidi-Aguariach, desembocando al fin en Melilla por un estrecho cauce artificial que se abrió al Sur del cerro de San Lorenzo, pues su desembocadura natural se hallaba anteriormente en el sitio que hoy



FOTOGRAFÍA 6. — Huertas de la costa occidental de Tres Forcas.

ocupa el Parque Hernández. Tiene una longitud de 21 kilómetros y recoge el agua de una cuenca de 85 kilómetros cuadrados.

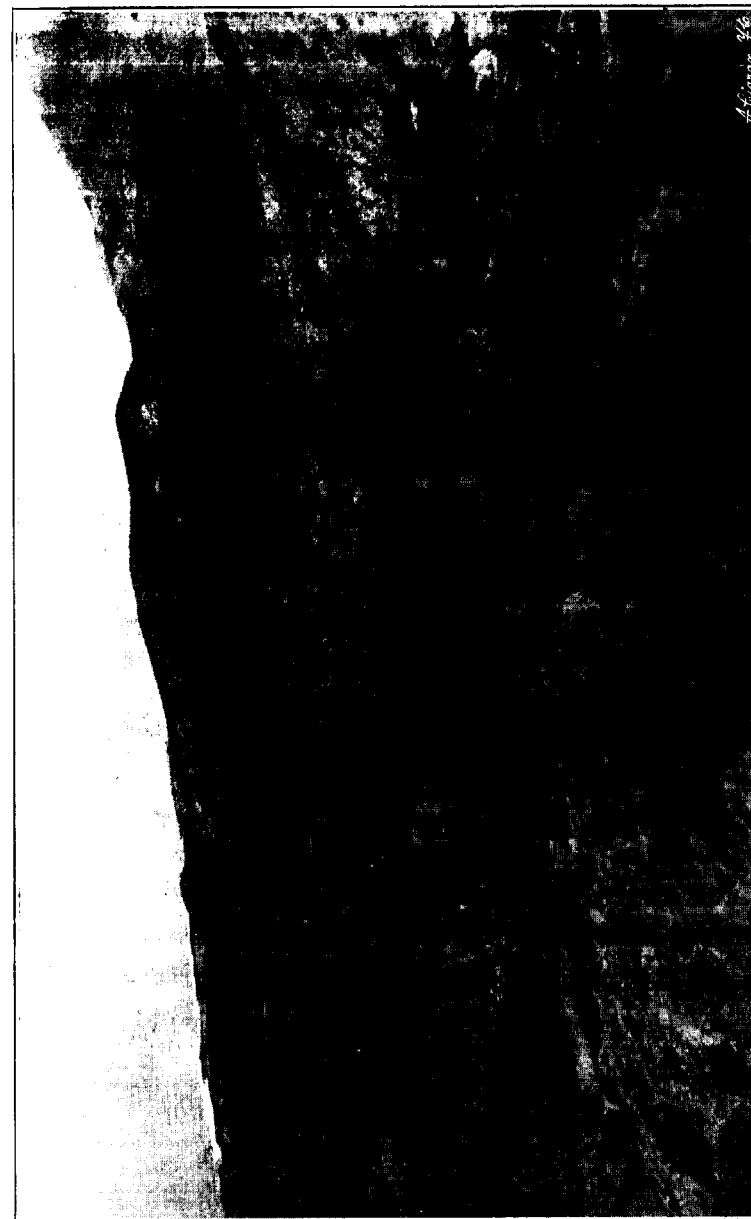
Ya hemos hecho notar anteriormente que el movimiento denunciado por el macizo del Gurugú y la meseta terciaria de Tres Forcas ha desviado el curso de este río, llevándolo a desembocar a la costa oriental, en lugar de hacerlo en la occidental como debía, a juzgar por la dirección que sigue en la parte alta de su cuenca.

La evolución de la red hidrográfica, motivada por la erosión, tiende a restablecer la normalidad, llevando la divisoria a las cimas más elevadas, y se ve claramente que el barranco Haduba acabará por decapitar a este río en las proximidades del collado de Arranú en fecha no remota.

Los demás cursos de agua no merecen ya el nombre de ríos, permaneciendo la mayoría secos durante el estiaje. Los principales barrancos ya los hemos mencionado como afluentes de los ríos, quedando sólo sin citar los costeros que desembocan en el mar, de escasa longitud y pendientes rápidas, entre los que sólo merecen citarse el de Sidi-Mesaud que desemboca en la ensenada de Igsasen y los de Aguilmán y Hedi que surcan la gran cortadura de Aguilmán en el cabo de Tres Forcas.

**Manantiales en el terreno estratocristalino.**—No conocemos ningún manantial en las micacitas y por ello resulta que el manchón de este terreno en Tres Forcas es uno de los puntos menos habitados, contándose sólo el poblado de Tagilmán que se sirve de una alberca en que se recoge el agua de lluvia. Las dolomías, principalmente por el Norte, por sus numerosas diaclasas, dejan pasar alguna cantidad de las aguas pluviales, aunque poca, por la mucha inclinación de las capas. El agua circula por las calizas encima de las micacitas impermeables y vienen a aflorar al pie Norte del macizo, dando lugar a algunos manantiales en las proximidades del poblado del Hasen y de las casas próximas a la carretera del Faro, en su cruce con el barranco de Igsar el Hedi.

**Manantiales en el Siluriano.**—En este terreno conocemos dos grupos principales de manantiales, uno en las faldas septen-



FOTOGRAFÍA 6. — Huertas de la costa occidental de Tres Forcas.

trionales del Uixan, y otro en las orientales de las alturas que dominan al zoco del Jemis.

El origen de éstos, en ambos grupos, es idéntico, nacen en el contacto de las calizas liásicas con las rocas hipogénicas.

Estas aguas, sobre todo las del Uixan, se consideran como las mejores de la cabila de Beni-bu-Ifrur.

**Manantiales en el terciario.**—En el contacto de las molasas del plioceno con las margas eocenas existe un nivel acuífero que da lugar a las fuentes que nacen sobre la costa occidental de Tres Forcas, desde Taurirt hasta el poblado del Telat, situado al borde de la carretera a Cala Tramontana.

Estas fuentes son utilizadas por los indígenas para regar las muchas huertas que hacen de esta zona una de las regiones más fértiles del cabo Tres Forcas. (Fot. 6).

En el contacto del eruptivo con el plioceno nacen manantiales de bastante importancia; a este tipo pertenecen los que existen al pie de las mesetas del Tlat y Beni-Faklan, siendo uno de los principales el del poblado de Berguel, que ha sido captado por los ingenieros militares, instalando una fuente que abastece la posición de Ras-Medua.

**Manantiales en el eruptivo.**— En el macizo del Gurugú existen varios manantiales que hacen que esta región sea de las más pobladas; sus aguas son las más puras del territorio. Entre los principales pueden citarse los de los Traras, en el barranco Izaroren; los de Segangan, a cuyas aguas se debe la fertilidad de sus huertas; el de Chetauin, sobre las alturas de Sidi Musa, y las de los barrancos de Ahfer y el Lobe.

**Otros manantiales**— Es frecuente en las escotaduras y ensenadas que presenta la costa, abierta al viento del Noroeste, la formación de médanos que, cuando adquieren alguna importancia y descansan sobre terrenos impermeables, retienen las aguas pluviales, dando luego lugar a manantiales. A este tipo pertenecen los situados en la proximidad del poblado Ifri en Dunech, en el cabo de Tres Forcas, en la que los médanos descansan sobre las traqui-andesitas. Son también de formación análoga, aunque apo-

yándose sobre las margas arcillosas del plioceno, los de las cercanías del poblado de Idun, que recogen las aguas de los arenales de Taxdir.

Próximos a la posición de Tifasor, existen unas fuentes, en contacto del terreno diluvial con las margas arcillosas del plioceno.

**Mar Chica.**—Ya hemos dicho que Guelaya confina por Levante con una laguna o albufera que se designa generalmente con aquel nombre y por algunos geógrafos también con el de laguna de Puerto Nuevo, los indígenas llaman Sejba-bu-Erg a su parte meridional y Sejba el Dzira a la septentrional.

Es de una forma aproximadamente ovalada, con unos 22 kilómetros de eje mayor y siete kilómetros de anchura, orientándose su mayor dimensión de Noroeste a Sudeste. No tiene grandes profundidades, hallándose las mayores, que son de ocho metros, en los alrededores del monte Atalayón.

Su formación ha sido atribuida por Fernández Navarro a movimientos en relación con fenómenos sísmicos. Nuestra opinión es de que se trata, solamente, de una formación moderna de barra o cordón litoral, fenómeno muy frecuente en las costas de movimientos negativos y en los ángulos entrantes y bahías cerradas. Esta formación es producida por los aluviones, arrastrados al mar por los ríos y barrancos costeros que, rechazados por la fuerza de las olas, son sometidos a un movimiento de avance y retroceso, hasta formarse una barra en el punto en que el empuje de las olas es amortiguado por no llegar a él el efecto directo de los temporales. Este cordón, emerge y suele adquirir una anchura suficiente para cubrirse de dunas, llegando a quedar la laguna formada detrás de él completamente incomunicada con el mar. Los grandes temporales, y a veces alguna ola sísmica, pueden romperle en uno o varios sitios, volviendo a poner en comunicación las aguas del mar con las de la laguna, pero a la larga siempre tiende esta laguna a aislarse y a ir disminuyendo su profundidad por el depósito de los aluviones arrastrados.

Una vez aislada esta laguna, la evaporación, en un depósito de tanta superficie y poco fondo y en un país de las condiciones

de éste, tiene que ser enorme, y como no está contrarrestada por los aportes de aguas continentales, pequeñas en estos climas, se van concentrando las sales disueltas, aumentando su salinidad en forma tal, que pronto causa la muerte de los peces y acaba después por convertirse en una salina. Una nueva comunicación, abierta por alguna de las causas expuestas anteriormente, puede volver a modificar estas condiciones, tornando al estado anterior, pero con el tiempo vuelve otra vez a cerrarse, repitiéndose este ciclo hasta el relleno total de la laguna.

En unos sondeos ejecutados en las proximidades del Atalayón, se cortaron capas de arcilla, alternando con capas de sal, indicadoras de las alternativas incomunicaciones de la laguna y el mar.

Con objeto de evitar los inconvenientes que trae el aislamiento, provocando la muerte del pescado, que se pudre en las orillas, se ha abierto artificialmente la bocana actual, que se mantiene por medio de dragados. A pesar de ello, la evaporación activa de esta cuenca se pone de manifiesto por la diferencia de salinidad de sus aguas con las del Mediterráneo, que en estas costas es de 3,8 por 100, llegando en las de Tripolitania y Egipto escasamente a cuatro.

El análisis de las aguas procedentes de esta laguna, antes de la apertura de la bocana, ejecutado en el Laboratorio de la Escuela de Minas por el ingeniero D. Enrique Hauser, dió el siguiente resultado:

	Gramos por litro.
Cloruro sódico..... Cl Na .....	60,1891
Cloruro cálcico..... Cl <sup>2</sup> Ca.....	2,0365
Cloruro magnésico.... Cl <sup>2</sup> Mg .....	11,1951
Sulfato sódico..... SO <sup>4</sup> Na <sup>2</sup> .....	7,7430
Sulfato cálcico..... SO <sup>4</sup> Ca .....	1,9252
Bicarbonato cálcico... C <sup>2</sup> O Ca H <sup>2</sup> .....	0,0501
Bicarbonato magnésico C <sup>2</sup> O <sup>6</sup> Mg H <sup>2</sup> .....	0,1880
TOTAL.....	83 3270

**Costas.**

Guelaya queda limitada al Norte por costas marinas, cuyo desarrollo es de unos 60 kilómetros. Quitando el macizo eruptivo que forma el verdadero cabo de Tres Forcas, en donde presentamos el mismo aspecto las costas orientales que las occidentales, en el resto, constituido por la meseta sedimentaria, se observa en ella una diferencia marcada. La costa occidental presenta la forma de un arco de círculo de gran radio, cuya continuidad viene sólo interrumpida por la saliente, debida al asomo eruptivo de Punta Negra. En cambio la costa oriental, hasta la plaza de Melilla, es mucho más acantilada e irregular, presentando varias escotaduras, cuyas direcciones principales son Norte Nordeste y Noroeste. La forma de estos escarpes parece también confirmar el hundimiento oriental a que repetidas veces nos hemos referido.

**Meteorología.**

Desgraciadamente, no abundan en esta región las observaciones que son necesarias para el conocimiento perfecto de sus condiciones climatológicas. Sin embargo, desde el año 1905 viene ejecutándose algunas en la plaza de Melilla, debidas a los distinguidos ingenieros de Caminos D. Manuel Becerra y D. Álvaro Bielza, director que fué el primero y es actualmente el segundo de las obras del puerto, cuyos resultados se han ido dando a conocer en las Memorias anuales; con los datos contenidos en ellas publicadas desde la citada fecha, hemos formado el siguiente cuadro del que pueden deducirse algunas generalidades sobre el régimen pluviométrico del país, principalmente de su zona costera, elemento importantísimo para el estudio hidrológico de la misma.

Observando las cifras resultantes, vemos que el régimen térmico se aproxima al de los climas tropicales, aunque exagerando las variaciones; en cambio el régimen pluvial es completamente distinto, porque las lluvias, en lugar de ser estivales, tienen lugar du-

CUADRO DE OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS EFECTUADAS EN MELILLA

AÑOS	Régimen térmico. Temperaturas anuales.			Régimen bórico. Presiones barométricas anuales.			Régimen pluvial. Lluvias.						Presión barométrica y temperatura media. Días de lluvia.		Media anual. Lluvia.			
	Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	PRIMAVERA		ESTIO		OTOÑO		INVIERNO		Presión.	Temperatura.	Días.	m/m.
1904.....	38°	4°	19°6	771	752	761	15	77,5	3	16	5	37,5	11	59,5	759,8	16°	34	190,5
1905.....	37°	2°5	17°7	775	751	763	9	58	2	5	13	102	10	71	762,5	14°4	34	236
1909.....	37°	3°	20°4	775	753	762	12	114	2	5	24	273	17	205	761	16°	53	592
1910.....	37°	3°	18°	772	752	763	14	294	2	29	13	132	8	171	761	17°	37	627
1915.....	36°8	2°5	17°6	774	748,6	765,3	14	141	5	19	10	81	18	181	762	13°8	47	422
1916.....	36°2	3°6	18°2	778	750,4	766	7	156	2	8	11	136	15	145	763,4	14°	35	445
	37°	3°1	18°9	774,1	751	763,3	11	140	3	13,6	12	126,8	13	138,7	761,5	12°5	40	418,7

CIFRAS RESULTANTES TOMANDO LAS MEDIAS DE LOS CINCO AÑOS

Debe tenerse en cuenta que el período de lluvias es de octubre a mayo.



rante la estación fría, es decir, que en la estación cálida, que dura desde principios de Mayo a fines de Septiembre, esta región está sometida a las mismas influencias que la zona tropical desértica. En cambio, durante el resto del año los vientos oceánicos del Oeste, motivados, según Martonne (1), por el descenso de presión, producido por el retroceso hacia el Ecuador de los anticiclones tropicales, llegan cargados de vapor de agua, produciendo las lluvias y estableciendo un régimen análogo durante esta época al de la zona templada oceánica, debido exclusivamente a la influencia de estas corrientes atmosféricas. La acción de estos vientos lluviosos, o sea la cantidad de precipitaciones, va atenuándose a medida que se alejan del Océano hacia el Este, sobre todo los que penetran en el Continente, que descargan completamente al chocar con las altas cordilleras interiores, que vienen así a constituir como una frontera entre dos regiones de régimen pluvial muy diferente; pero los que siguen la costa Norte conservan, por su proximidad al mar, más tiempo la humedad, que al fin abandonan al salvar las cordilleras costeras, que provocan también lluvias, en detrimento de las llanuras y mesetas situadas detrás.

Resultado de esto es que, según se avanza hacia Oriente, el límite de la zona desértica tropical va subiendo hacia el Norte y acercándose a la costa, lo que origina que en una distancia relativamente corta se pase de una región en que las precipitaciones son de 418 milímetros, como sucede en Melilla, a otra en que sólo llega a 200 milímetros, como en la Granja Agrícola situada en la llanura del Zebra, a orillas del Muluya, mediando entre ambos puntos una distancia de 60 kilómetros.

Esta variación del régimen de lluvias entre el interior y la costa lleva a la división de la región en dos zonas completamente distintas: una costera, caracterizada por las observaciones meteorológicas de Melilla, a la que pertenece Guelaya, y otra interior, mucho más seca, de la que sólo conocemos el dato citado del año 1915 en que el agua vertida no llegó a 200 milímetros, mientras

(1) *Traité de Géographie Physique*.—París, 1913.

que en Melilla acusó el pluviómetro 422. Estas dos zonas se distinguen claramente, no sólo en la diferencia de aspecto, más árido y estéril el terreno de la segunda, sino hasta en las condiciones de vida de las tribus que lo habitan, sedentarias las de la primera y nómadas las de la segunda.

## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

### Terreno arcaico.

Sólo hemos encontrado un manchón correspondiente a este terreno, situado en la parte central del cabo de Tres Forcas y al Sur del macizo hipogénico que constituye su extremo septentrional. Tiene una forma aproximadamente triangular y ocupa parte de la costa oriental, desde la punta llamada de Bulben hasta algo más al Sur de punta Bermeja, desde donde entra hacia Poniente, y pasando entre los poblados de Butieb y Tayilma, desciende por el barranco que nace entre ambos hasta la proximidad de su encuentro con el de Aguilmán; sigue luego en dirección Nordeste, pasando sobre el poblado del Hasen y continuando por la margen derecha del Igsar el Heddi termina en la punta de Bulben. Tiene una extensión superficial de cinco y medio kilómetros cuadrados.

Está constituido principalmente por micacitas, que en su parte alta llevan intercalados unos bancos de calizas dolomíticas con cuarzo con espesores de dos a cuatro metros, teniendo el total una potencia aproximada de 400 metros. En la parte inferior aparece el gneis de color blanco con mica plateada. Viene también intercalada en este conjunto alguna capa de una cuarcita con cemento feldespático ya kaolinizado.

Las micacitas son de colores variados, desde el verdoso azulado, hasta el rojo vinoso. En muchos sitios relucientes y satinadas, en otros con brillo sedoso, de textura hojosa y alguna vez fibrosa, fractura ondulada en el primer caso y astillosa en el segundo. A veces llevan intercalados nódulos lenticulares de cuarzo

que sufren las mismas ondulaciones que ellas. Están compuestas de muscovita, con bastante sericita, algo de clorita y cuarzo secundario en nódulos.

Las calizas dolomíticas, que casi en su totalidad son verdaderas dolomías, presentan un color amarillo parduzco, casi negro en algunos sitios, de estructura más o menos cristalina y fractura granuda. A veces se observa que dentro de esta masa general de color amarillento, aparecen núcleos azulados de verdadera caliza, de aspecto marmóreo, que lateralmente va pasando a la dolomía amarillenta, indicando el origen metamórfico de ésta por transformación de aquélla.

Estas dolomías se cargan a veces de hierro oligisto, formando bolsadas, algunas de las cuales han sido objeto de investigaciones industriales.

Como hemos indicado, aparecen estas dolomías en bancos que presentan en algunos sitios, como encima del poblado del Hasen, grandes lisos, de dirección Este 30° Norte, que es la general de la sierra, con un buzamiento de 45° Norte y Noroeste. Por la gran dureza y resistencia a los agentes exteriores constituyen las partes altas de la cordillera del Taryat, de la que forman también casi toda la vertiente septentrional.

Todo este conjunto parece representar la parte más alta del sistema arcaico, y quizás algo del cambriano inferior, y forma un anticlinal cuyo eje va orientado Este 30° Norte, buzando hacia el Oeste 30° Sur. La proyección de este eje sobre el plano viene a seguir la dirección de la parte alta del primer barranco, al Norte de punta Bermeja.

La edad de esta formación ha sido discutida en algunos de los pocos trabajos geológicos que se han hecho en esta región.

El geólogo francés Coquand, a quien se debe el primer estudio publicado el año de 1847 en el *Boletín de la Sociedad Geológica de Francia*, con el título «Descripción geológica de la parte septentrional del Imperio de Marruecos», es muy probable que no visitara esta región de Guelaya; pero, sin embargo, parece referirse a ella cuando, al tratar de los granitos asociados a las pizarras

cristalinas, dice: «El cabo Ras-ed-Deir, situado al Norte de Melilla, en la provincia del Rif, es también una localidad que merece citarse.» Estas pizarras cristalinas las agrupa este geólogo en el terreno de transición y como base del siluriano que divide en

- a) Pizarras cristalinas.
- b) Grauvakas y cuarcitas.
- c) Calizas fosilíferas.

Posteriormente esta comarca no vuelve a citarse en ningún trabajo geológico hasta el año 1909, en que el profesor Sr. Fernández Navarro, en un estudio titulado *La Península de Tres Forcas* clasifica este terreno como siluriano.

Al año siguiente, los ingenieros de minas Sres. Adaro y del Valle fueron nombrados para acompañar al entonces Ministro de Fomento Sr. Gasset en su excursión a Melilla, y, como consecuencia de este brevísimo viaje, redactaron una nota acompañada de un bosquejo de plano geológico de la región, en el cual se clasificaba la formación que nos ocupa como perteneciente al terreno arcaico.

El Sr. Fernández Navarro, al dar cuenta de la aparición de este trabajo en la Real Sociedad Española de Historia Natural, comentando los errores de apreciación que en él creía encontrar, decía:

«Tal es, por ejemplo, el considerar como arcaica (estrato cristalino) la porción central de la península de Tres Forcas, que es paleozoica, como he podido observar, y como puede comprobarse por las pizarras y cuarcitas allí recolectadas, y que están en el Museo a disposición de quien quiera examinarlas.»

En su trabajo publicado el año siguiente bajo el título de *Estudios geológicos en el Rif oriental*, mantiene su criterio, pero ya no con la misma seguridad que anteriormente, pues dice:

«Los ingenieros de minas Sres. Adaro y del Valle consideran como estrato cristalino el suelo de una parte de la península de Tres Forcas, que nosotros incluimos en los terrenos primarios por las razones que más adelante daremos.

Como precedente del Gurugú nos fué dado en 1908 un ejem-

plar de pizarra cristalina, formada por una mica blanca con lindos cristales de andalucita. No hemos podido encontrar el yacimiento de esta roca interesante, que acusaría la existencia indudable del arcaico en el macizo del Gurugú; pero como no es probable una superchería, por tratarse de un material sin aplicación, ni tampoco es de sospechar un transporte accidental, nos inclinamos a creer en la existencia de algún manchoncito de esta Era, que por su extensión escasa habrá escapado a las investigaciones efectuadas hasta ahora.»

Las razones alegadas para la clasificación son las siguientes:

«Las pizarras son satinadas y de colores claros generalmente, aunque también las hay rojas por los óxidos de hierro y muy oscuras, no presentando minerales del grupo metamórfico. A ellas se subordinan cuarcitas oscuras, cuarzos filonianos blancos y algunos conglomerados brechoideos cuarzosos muy ferríferos. Todo el conjunto de materiales se presenta muy perturbado y dislocado, con buzamientos predominantes al Sur y con fuertes inclinaciones próximas a la vertical en algún punto. Sobre ellos se apoyan, al Mediodía, los materiales terciarios en notable discordancia.

No habiéndose encontrado restos orgánicos, no se puede fijar con certeza la edad de este afloramiento, cuyas rocas en algunos puntos se asemejan bastante a las micacitas superiores del arcaico. Sin embargo, por analogía con los manchones paleozoicos de otras regiones del Norte de África, como los del Rarb, Alto Atlas, Sahel de Orán, y muy especialmente los inmediatos a Uxda, puede decirse casi con certeza que se trata de capas silúricas, y quizá, en parte, cámbricas» (1).

En el trabajo publicado en el mismo año por el ingeniero don César Rubio, titulado *Estudio geológico minero de Guelaya*, está clasificado este terreno, aunque con ciertas reservas, como perteneciente al estrato cristalino superior. Lo describe compuesto de pizarras, en general muy talcosas, lustrosas, a veces micáferas,

(1) «El silúrico de la zona del Uxda, descrito por Gentil, está formado por pizarras arcillosas tegulares y lustrosas, que llevan intercaladas cuarcitas blancas o teñidas por óxido de hierro.»

rara vez arcillosas, en las cuales se intercalan por excepción algunos lienzos muy delgados de cuarcitas oscuras, estando muy trastornado en cuanto a su estratificación.

Se funda para incluir este terreno en el estrato cristalino en la posibilidad de que el manchón de Tres Forcas pudiera ser, por su semejanza en general con el azoico del Mediodía de España, un jalón intermedio entre el azoico de las costas argelinas y el de Ceuta, confirmando así la disposición general en fajas sensiblemente paralelas a la costa, que se nota en todo el litoral del Mediterráneo occidental.

Para considerarlo nosotros como arcaico, nos hemos fundado en el carácter claramente cristalino de los gneis micacitas y dolomías que principalmente lo integran, en su semejanza con el arcaico de Argelia, Ceuta y España, y principalmente, en su posición estratigráfica respecto al ordoviciense, claramente determinado por su analogía con el de Beni-bu-Ifrur, que descansa sobre él al Sur. Es interesante hacer notar que en su borde Sur existe un apuntamiento de serpentina, roca que se encuentra, tanto en Ceuta como en la serranía de Ronda, en el arcaico, debiendo tener presente que el único afloramiento que se conoce de esta roca en Argelia, situado en Collo (Constantina), aparece rodeado de otra eruptiva más moderna que atraviesa el eoceno, pero conviene hacer constar que éste descansa allí directamente sobre el estrato cristalino.

### Terreno siluriano.

En dos regiones distintas de Guelaya viene representado este terreno.

Su asomo más importante radica en el macizo montañoso de Beni-bu-Ifrur, constituyendo la mayoría de los materiales de que están formados los montes de Uixan, Axara, Afrá y Harro.

El otro está situado en la cabila de Beni-Sicar, al Norte de Melilla, y al Sur del terreno estrato cristalino que acabamos de describir.

En conjunto, esos asomos abarcan una extensión superficial de 29 kilómetros cuadrados.

En Beni-bu-Ifrur, dado lo complejo de la estructura de este macizo, sería penoso ir describiendo detalladamente los linderos de cada uno de sus múltiples asomos silurianos, lo que además no tendría finalidad práctica, por aparecer ya deslindados en el plano que acompaña esta Memoria. Por lo tanto, consideraremos cuatro grupos principales de estos manchones, que vienen separados por fracturas denunciadas por asomos hipogénicos. Estos grupos son los siguientes, de Oeste a Este:

El primero comienza al Sur del poblado de Bu-Allaten, sigue su límite bordeando la carretera de Kaddur, desde pasado el kilómetro tres al seis; de allí se dirige al Sur, hasta el arroyo de Imarabden, por el que continúa aguas arriba hasta su encuentro con el camino de Ihadusen a Boadyeden, que sigue hasta este último poblado, yendo después a Poniente del poblado de Henhamen para descender por el barranco que baja a Levante del Tauriat Usiraf, rodeando esta colina hasta volver al poblado de Bu-Allaten.

El segundo queda al Sudeste del anterior, del que viene separado por una estrecha faja de eruptivo; sigue su límite al Sur, por las crestas del Isasa hasta el nacimiento del río Uixan, cuyo cauce viene a ser su límite oriental hasta su encuentro con el barranco de Sidi Brahin, desde cuyo punto se dirige al fuerte de Nuestra Señora del Carmen, desde el que baja al barranco de Sidi-Busbar, por el que continúa hasta el poblado de Henhamen.

El tercero viene limitado a Poniente por el río Uixan; al Norte, por el arroyo de Iberkanen; a Levante, por el valle del Jemis, y al Sur, por el valle de Bedora, constituyendo gran parte del macizo de la Axara.

El cuarto asomo queda limitado a Poniente por los montes de Afra y Bogarara; al Sur, por el barranco de Urufumez, y al Norte y Levante por la llanura de Tauima.

Este terreno está formado principalmente por pizarras y cuarcitas. Las primeras son arcillosas, de varios colores, predominando

el azul oscuro en profundidad, que se aclara al exterior, tomando en las grietas y diaclasas un tono amarillo rojizo, motivado, sin duda, por la oxidación superficial. En otros lugares, como sucede en los cerros que se levantan a Poniente de Barodien, se presentan de color rosado, mientras que en las alturas situadas al Norte de Boadyeden es gris de acero, y verde azulado en Tauriat-Usiraf. Su brillo es satinado unas veces y mate otras.

Su fractura es francamente hojosa, desbatándose en lajas en aquellos sitios en que no están muy trastornadas, como sucede, entre otros, en la vertiente meridional de la cumbre del Uixan; pero en algunos sitios debido, sin duda, a las presiones enormes que han soportado, presentan una fractura ondulada. En cambio, en la ladera septentrional, y especialmente en el cerrete sobre el que se asienta el fuerte de San Enrique, se hallan sumamente dislocadas y con muchas diaclasas, desprendiéndose al arrancarlas con facilidad en trozos más bien prismáticos, tomando entonces en la superficie un color pardo, negruzco, verdoso o amarillento, y presentando fallas y grietas que a veces van rellenas de vetarrones de cuarzo y mineral de hierro, como sucede en los cortes del camino que sube a Buena Vista desde el fuerte de Nuestra Señora del Carmen.

Estas pizarras suelen tomar un aspecto muy diferente en los lugares próximos a los asomos hipogénicos de dioritas, en cuyos sitios suelen cargarse de sílice y anfíbol, que aumenta mucho su dureza y les da una coloración verdosa, fajeada en diversos tonos, como ocurre en la proximidad de la confluencia del barranco Melah con el del Uixan.

Intercalados entre las pizarras se hallan algunos bancos de cuarcitas con espesor variable entre uno y tres metros. En unos sitios, estas rocas se presentan de color blanco grisáceo con pequeñas pintas ocres en su fractura reciente, de grano muy fino, en las grietas, y al exterior toman un color amarillento, análogo al de las pizarras.

En otros lugares, como en las vertientes septentrionales del Uixan, en el cerro ya citado del fuerte San Enrique, estas capas de cuarcitas aparecen completamente rotas, y sus fragmentos sepa-

rados unos de otros y empastados dentro de la masa de pizarras. Estas, en el contacto están rotas y plegadas para amoldarse a las diferentes formas de los trozos de cuarcita que por su mayor dureza han resistido mejor a las presiones.

En algunos sitios, como en la vertiente meridional del alto del Uixan, se indica claramente la dirección de las capas por el saliente, que determinan en toda la ladera, a causa de su mayor resistencia a la denudación producida por los agentes atmosféricos.

Más al Sur, al parecer concordante con el banco anterior, se encuentra otro de color pardo oscuro con vetas de cuarzo blanco, formado de varias hiladas con espesores de cinco a 10 centímetros, separadas entre sí por unos estrechos lechos de psamitas, en cuyas juntas se encuentran las impresiones que nos han servido para la clasificación de este terreno.

La descripción litológica expuesta corresponde por igual a los cuatro asomos que hemos considerado, pues las únicas variantes que existen entre ellos son puramente accidentales, sin afectar a su esencia. En cambio las direcciones y buzamientos generales difieren, siendo en el primero Norte-Sur con buzamiento de 45° a Levante. En el segundo, la dirección es Este-Oeste, buzando 40° al Norte. En el tercero, su dirección es Norte-Nordeste con buzamiento de 50° a Levante, y, por último, el cuarto lleva una dirección Nordeste, buzando 35° a Levante.

Es muy difícil relacionar entre sí las capas de estos cuatro asomos, cuya posición actual no puede explicarse por medio de pliegues, y tiene por lo tanto que haber sido producida por roturas que vienen denunciadas por las manchas hipogénicas que las separan y por multitud de fallas de menor importancia, y parecen indicar que en un principio estos terrenos formaban parte de una cadena de dirección norteadada procedente de un levantamiento anterior al terciario que al ser comprimida entre los pliegues del sistema alpino, y no pudiéndose plegar, ha sido rota en los cuatro trozos que acabamos de describir.

Este terreno descansa sobre un lacolito de dioritas que pasan

a verdaderas granulitas y penetran en las pizarras, unas veces con diques interestratificados y otras cortando la estratificación.

La mancha que representa el afloramiento de Beni-Sicar tiene una forma aproximadamente triangular, está situada al Sur de los depósitos arcaicos anteriormente descritos, ocupando la parte de costa comprendida desde un kilómetro al Sur de punta Bermeja hasta la cala de Teident, también llamada cala Blanca, desde donde la línea que forma su perímetro entra, en dirección Noroeste, hasta la proximidad de Tayilma, dirigiéndose desde este punto hacia el Nordeste, para llegar a la costa en el sitio ya indicado.

Presenta idéntica composición litológica que la descrita en Beni-bu-Ifrur. Sus materiales se apoyan por todo su borde Noroeste sobre los del estrato cristalino, y desaparecen al Sur recubiertos por las molasas del terciario. Sus capas se hallan sumamente rotas, en algunos lugares casi verticales, pero con buzamiento franco al Sudeste.

Esta zona debió ser la visitada por el Sr. Fernández Navarro en su expedición de 1908, y de ella deben proceder las rocas recogidas por dicho geólogo, y que le indujeron a clasificar como siluriano todo el manchón antiguo de Tres Forcas.

Las pizarras y cuarcitas citadas anteriormente coinciden en un todo con las descritas por los geólogos franceses en la provincia de Orán, y que forman gran parte del macizo de los Traras, de la cadena del Skouna y del Sahel de Orán.

Por la carencia de fósiles no han sido clasificadas aún con precisión, agrupándolas en la explicación de la carta geológica de Argelia bajo el epígrafe de «Terrenos indeterminados paleozoicos o infrajurásicos», y en el Estudio geológico de la cuenca de la Tafna, bajo el de «Pizarras y cuarcitas primarias».

Después de detenidas y repetidas excursiones hemos podido encontrar en el macizo del Uixan algunos fósiles que nos han inducido a incluir este terreno en el tramo ordoviciense del sistema siluriano.

Por la importancia que su hallazgo pueda tener para la clasificación exacta de los terrenos primarios del Norte de África, en

los que hasta ahora no se han encontrado restos fósiles, y la dificultad de poder afirmar a qué organismos corresponden, acompañaremos las fotografías siguientes, de las cuales, la fotografía 7 parece contener dispuestos según los planos de estratificación, los *Foralites Pomeli* y *Foralites gracilis*, que son frecuentes en el cambriano superior de Galicia. El fósil representado en la fotografía 8 parece pertenecer a una *Panescorsea* de tejido fino, que suelen encontrarse en la base del siluriano. Por la semejanza que tiene la fotografía 9 con la figura 4 de la lámina 12 de los *Terrenos paleozoicos de Portugal*, de Nery Delgado, puede representar trozos de Anélidos. La fotografía 10 pertenece a un *Frœna*, cuya especie no hemos podido determinar, y la fotografía 11, un resto indeterminable de una *Cruziana rugosa*.

El conjunto de estos fósiles, como ya hemos dicho, nos induce a clasificar este terreno como perteneciente al ordoviciense o base del siluriano.

### Triásico.

Los depósitos que provisionalmente hemos agrupado en este sistema ocupan una extensión muy reducida de la región de Gue-laya, a pesar de existir varios asomos; la mayor parte son de tan reducidas dimensiones, que no pueden representarse en el plano 1 : 100.000 que acompaña esta Memoria. Por lo tanto, sólo descri-biremos aquí los más importantes, dos situados en la zona Norte de Tres Forcas y un tercero al Suroeste del macizo montañoso del Harcha en las proximidades de los montes Bucherif.

Los dos primeros están situados en la vertiente septentrional de los montes de Taryât, alineados según la dirección general de esta cordillera, hallándose situados sobre ellos, respectivamente, los poblados de Hasen y Bulben.

El asomo del Hasen está constituido por areniscas violadas, rojizas, que en algunos sitios toman tonos azulados. Se carga a veces de mica blanca, tomando el aspecto de psamitas. Su textura es claramente detritica, en su parte oriental de grano fino, que va



FOTOGRAFÍA 7. — *Foralites Pomeli* y *Foralites gracilis*.





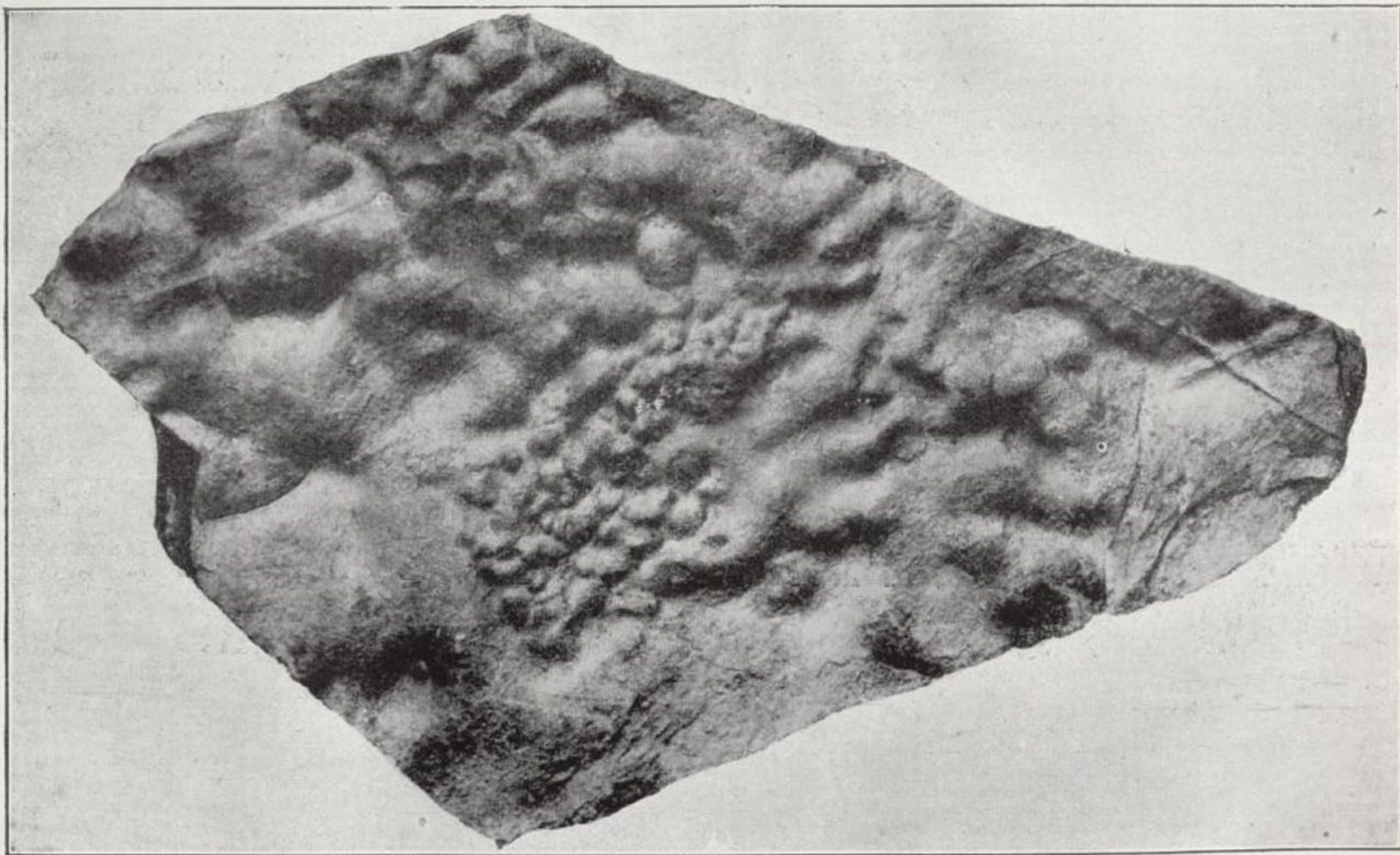
FOTOGRAFÍA 7. — Foralites Pomeli y Foralites gracilis.





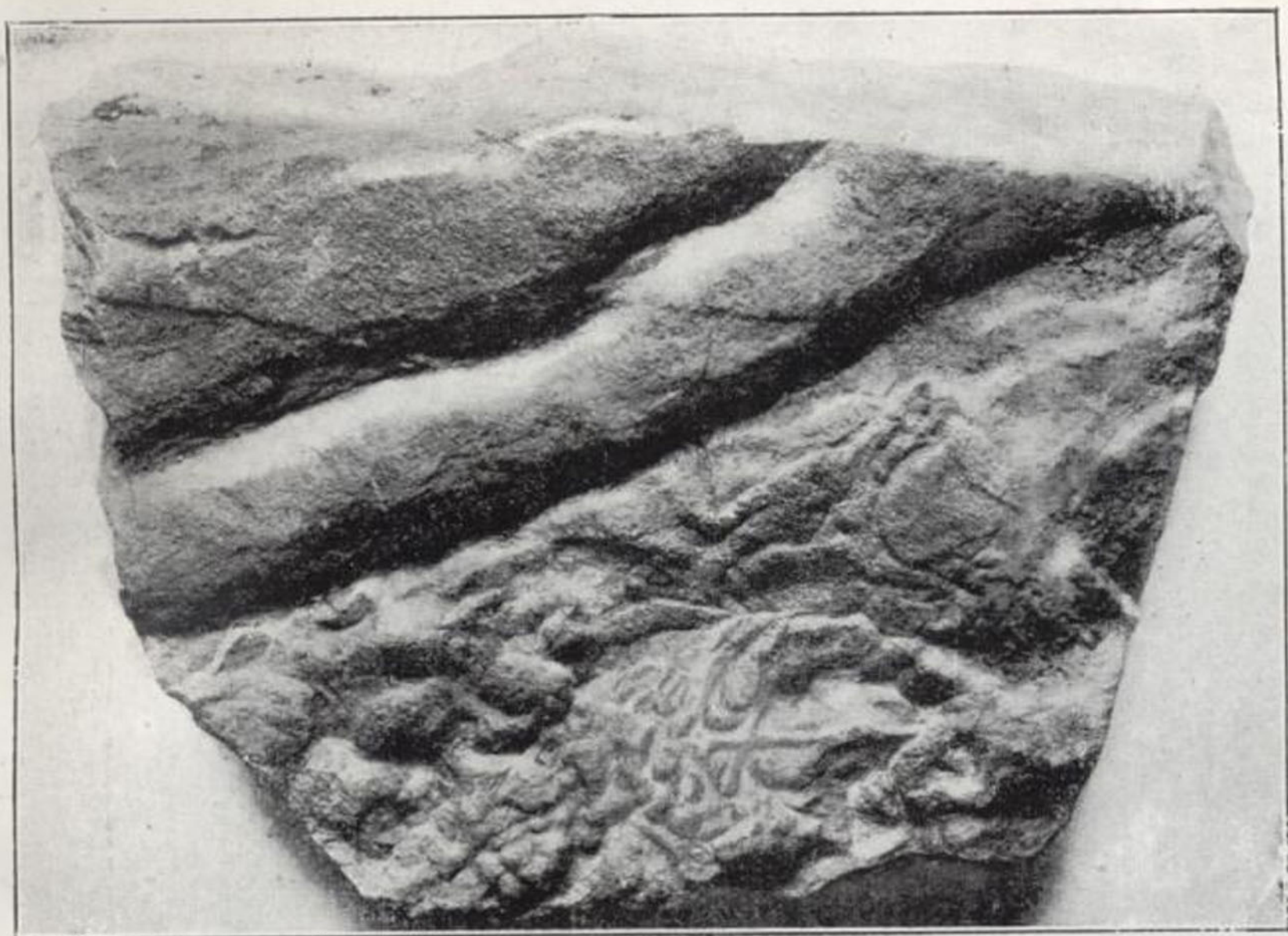
FOTOGRAFÍA 8. — Panescorsea de tejido fino.



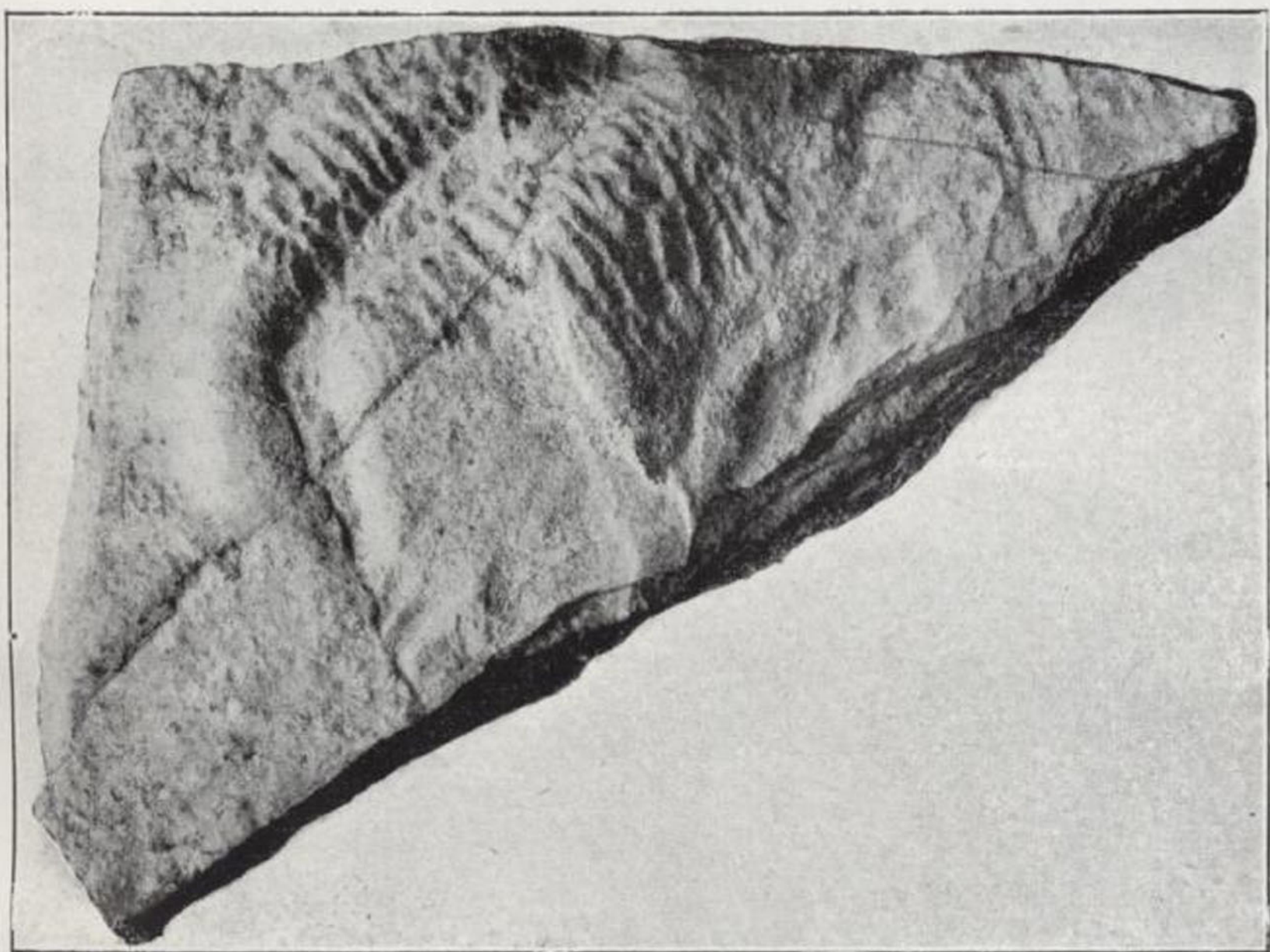


FOTOGRAFÍA 9. — Trozos de anélidos.





FOTOGRAFÍA 10. — Fræna.



FOTOGRAFÍA 11. — Artrophycus.

disminuyendo a medida que se aproxima a su borde occidental, en el que toman ya el aspecto de pizarras arcillosas.

El segundo asomo, situado en las proximidades de Bulben, lo forma una pudinga de color violáceo rojizo, constituida por cantos de tamaño muy variable, trabados por un cemento arcilloso de color violáceo sumamente duro.

Esta pudinga aparece rota, presentando numerosas grietas rellenas de calcita, que cortan, no solamente el cemento, sino también los cantos de que está formada.

Descansan estas dos manchas en discordancia sobre las dolomías del estrato cristalino, e indudablemente pertenecen a un mismo depósito, del que la erosión sólo ha dejado estos dos testigos.

No habiéndose encontrado fósiles, no podemos asegurar con certeza a qué nivel geológico pertenece esta formación. Se cita en la provincia de Orán una formación análoga a la mancha de Bulben, a la que pertenecen las pudingas de Beni-Menir, en el país de los Traras, que Pomel clasificó como triásicas. Por otra parte, la analogía litológica del asomo del Hasen con las areniscas abigarradas del Triás de España nos ha inducido a considerar estos depósitos como pertenecientes al triás inferior.

En el afloramiento de Ifri-Bucherif es difícil formarse idea de la sucesión de las hiladas, por estar sumamente trastornadas y rotas por un apuntamiento de ofita. Está casi enteramente constituido por margas irisadas en tonos rojizos, sumamente saladas, abundando en ellas el yeso.

Este asomo es análogo a los descritos por Gentil en la cuenca de la Tafna, y clasificados por él como triásicos, por su gran semejanza con el triás de la provincia de Constantina. Aflora este asomo recubierto por el jurásico y plioceno.

### **Lías.**

Este terreno tiene numerosos afloramientos en el macizo de Beni-bu-Ifrur, y por análogas razones a las que se expusieron al hacer el estudio del siluriano, no describiremos detalladamente



los linderos de cada uno de sus asomos que consideramos agrupados en seis regiones, las del Uixan, Jemis, Axara, Harro, montes de Ihadusen y Harcha.

La composición petrográfica de este terreno es sumamente homogénea en todos sus asomos. Está formado en su base por unas calizas compactas en potentes bancos, a veces de 200 y 300 metros de espesor, cuya estratificación es muy difícil de seguir. Estos bancos van disminuyendo de espesor según van elevándose en la serie, desbastándose en lajas en la parte alta del lías donde vienen alternando con lechos margosos, siendo difícil deslindar estas dos hiladas de calizas por pasar insensiblemente de unas a otras y ser su estratificación completamente concordante.

Estas calizas se presentan con colores sumamente variados blancos unas veces, grises azulados otras, tomando en algunos sitios una coloración rojiza. Su estructura es compacta o marmorea, de fractura cónica o cristalina. A veces se cargan de magnesia transformándose en dolomías, presentando entonces un color amarillento, fenómeno que tiene lugar en las proximidades de los asomos eruptivos. En estas dolomías se encuentran depósitos mineral de hierro que a veces son objeto de explotaciones industriales.

Forman las calizas las alturas principales del macizo de Beni-bu-Ifrur. En la región del Uixan forma este terreno toda la cumbre y vertiente Norte del monte de este nombre, presentándose las calizas compactas con un aspecto sumamente cristalino.

En el pólvorín de la mina de la Compañía Española de Minas del Rif, la caliza ha sufrido, por metamorfismo, una recristalización, lo que trae consigo que la rotura de esta roca se efectúa por los cruceros de fractura de la calcita. Se ve en todo este potente banco de calizas filoncillos de hierro que la surcan en varias direcciones.

Estas calizas llevan una dirección casi Este-Oeste con un buzamiento aproximado de 45° al Norte, descansando en parte sobre las pizarras silurianas con las que no presenta, al parecer, discontinuidad de estratificación, y, en parte, sobre el hipogénico.

En la región del Jemis las calizas compactas ocupan la parte alta y oriental de los montes que dominan el zoco, tomando un aspecto dolomítico; su dirección es Norte-Sur buzando 28° al Este, se apoyan sobre las pizarras silurianas, recubriendo la parte baja de ambas formaciones las masas hipogénicas del valle del Jemis.

En la vertiente oriental del monte Axara afloran, en su parte alta, las calizas en masa de color amarillento y aspecto dolomítico, con dirección Norte-Sur, buzando a Levante.

Más abajo, en las proximidades del poblado de Iberkán, se presenta el tramo superior de las calizas en lajas orientadas como las anteriores, apoyándose en las pizarras silurianas, y recubiertas por las oxfordienses.

En las últimas estribaciones del Axara, hacia el valle del Jemis, vuelve a presentarse este terreno en una faja paralela a la anterior, análogamente constituida, y enclavada en las pizarras silurianas. Aparecen en estas capas diques eruptivos de *dioritas* que dieron origen a la formación en las mismas de criaderos de hierro.

En la región del Harro se presenta este terreno en forma análoga a la que acabamos de describir.

En los macizos de Ihadusen y Harcha aflora todo el tramo, siendo éstas las regiones donde las calizas están menos afectadas por el metamorfismo, ofreciendo un aspecto claramente mesozoico a pesar de las fuertes presiones a que han estado sometidas y que han producido el agudo anticlinal, acostado al Sur, que forma el monte de Ihadusen y el del Harcha.

Por estar completa la serie y plegada en estos dos montes, es donde aparecen los mayores espesores de calizas que alcanzan hasta un kilómetro, constituyendo fuertes núcleos que han ejercido gran influencia en la estructura general del macizo, como centros de resistencia alrededor de los cuales se han plegado y roto las capas más débiles de los terrenos anteriores y posteriores al lías que forman el macizo de Beni-bu-Ifrur.

Existen dos pequeños afloramientos de esta formación en



Mars-el-Biad y Tiberien, en los cuales las calizas liásicas toman un aspecto mármoleo.

Hemos incluido este terreno, aunque con todas reservas, en el *llas* por su perfecta analogía petrográfica y estratigráfica con los depósitos de dicho período en la provincia de Orán, descriptos por Pomel y Gentil.

### Jurásico.

Las formaciones que hemos considerado como perteneciente a este terreno ocupan una extensión en la zona central de Beni-bu-Ifrur de 29 kilómetros cuadrados.

Pueden considerarse agrupadas en tres fajas casi paralela orientadas de Levante a Poniente, que ocupan la parte más baja de este macizo, situadas, respectivamente, en el barranco del Barodien y collados de Ihabusatén y del Melha. Estas dos últimas fajas vienen a unirse al pie de la vertiente oriental del macizo de Harcha. Independientemente de éstas hay otra menor orientada Norte-Nordeste en las faldas orientales de los montes del Harro.

Está compuesto el jurásico de pizarras margosas de colores claros, amarillentos y rosados, en algunos sitios muy brillantes satinadas, que se desprenden en láminas muy delgadas. Se presentan a veces laminadas por movimientos posteriores a su sedimentación que han producido en ellas un gran metamorfismo que las asemeja mucho a las pizarras del siluriano, con las que se confunden, siendo muy difícil deslindarlas, pues la única diferencia que las separa es el contener algo de carbonato de cal, que no tienen las pizarras silíceas antiguas.

Es imposible seguir la estratificación de las capas sumamente plegadas, laminadas y trastornadas que por su gran plasticidad han permitido la aproximación de los grandes núcleos calizos liásicos, alrededor de los cuales se han plegado las pizarras durante el levantamiento alpino.

Debido sin duda al metamorfismo, son muy escasos los restos fósiles; solamente hemos encontrado en las pizarras tres *aptychus* Bleicher colocó en Orán unas pizarras semejantes a éstas en el o

forado-caloviense, habiendo encontrado en ellas muchos amonites, belemnites y *aptychus*.

En nuestras primeras excursiones, por su posición estratigráfica, nos parecieron que estas capas pertenecían al liás superior. Sin embargo, por una parte, el hallazgo de tres *aptychus* diferentes en bastante mal estado, de los cuales uno parece ser el *Aptychus sparsilamellosus* Gumbel, especie que se encuentra en el jurásico superior de los Alpes occidentales suizos, en la caliza pizarrosa superior, zona del *A. Transversarius*, y en las capas del *A. Acanthicus* E. Favre, y por otra parte, la analogía de estas capas, con las que en la provincia de Orán fueron clasificadas por Pomel de triásicas, pero que posteriormente lo han sido por Gentil como pertenecientes al caloviense-oxfordiense, nos ha inducido a situarlas provisionalmente en este piso.

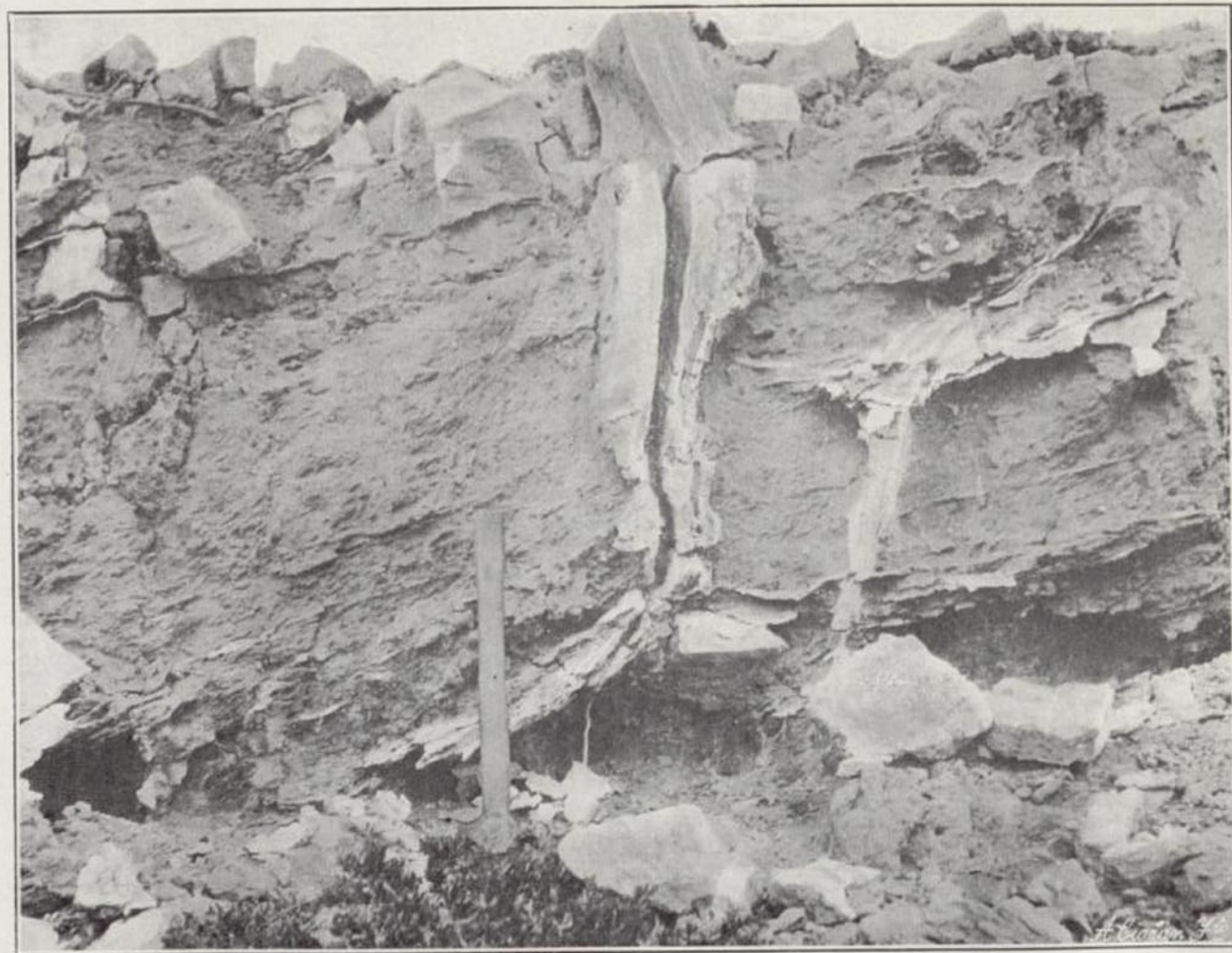
### Cretáceo.

En las últimas estribaciones meridionales del macizo de Beni-bu-Ifrur, y en su límite con la llanura del Garet, aparece una estrecha faja que tiene unos dos kilómetros de anchura por ocho de longitud en dirección casi Levante-Poniente, constituida por capas de este terreno.

Abarcan estos depósitos la cordillera conocida vulgarmente con el nombre de *Los Bucherif*, y que comenzando en su parte más oriental en los cerros así denominados, sigue por los montes de Iss-Bumia y Merzaguer, para terminar a Levante en el monte Tiberien.

Están formados en su base por margas arcillosas de color gris oscuro, algunas veces verdosas; en su parte superior alternan con lechos de calizas gredosas de color gris verdoso oscuro, con vetas amarillentas de espato calizo que constituyen las cumbres de Iss-Bumia, formando grandes escarpes sobre el valle del Melha.

Estos depósitos, cuyas capas llevan una dirección E. 20° N., con buzamiento de unos 22° al Sudeste, descansan sobre las pizarras jurásicas.



FOTOGRAFÍA 12. — Grietas en las margas, rellenas de carbonato de cal.

En su borde meridional vienen recubiertos por las arcillas terciarias. Son raros los yacimientos de fósiles, no habiendo encontrado, después de investigaciones minuciosas, más que un gran número de restos de aptichus, entre los que se presentan el *Aptychus Didayi* Coq. y el *Aptychus Angulicostatus* Pict; especies que pululan en España en el neocomiense, y en Orán se encuentran, sobre todo el segundo, con gran abundancia en las capas del hauteriense de Arlal, lo que nos ha inducido a colocar estos depósitos en el neocomiense.

### Eoceno.

Los terrenos que hemos clasificado como pertenecientes a este período ocupan una faja de un kilómetro de espesor en la costa occidental del cabo Tres Forcas, que se extiende desde las proximidades de Cala Barka hasta el barranco de Aguilmán, por el que penetra, recubierto a trozos por el eruptivo, formando una estrecha cinta en la ladera Norte de la gran cortadura de Aguilmán para terminar en la Cala de Bulben de la costa oriental.

Están constituidos los depósitos eocenos por margas arcillosas de color gris-verdoso o amarillento en su superficie y gris azulado en profundidad, alternando con lechos de areniscas duras con fucoides.

En algunos parajes tienen estas margas un aspecto distinto al descrito, debido al metamorfismo producido en ellas por las erupciones traquiandesíticas de Tres Forcas, las que le han hecho tomar un color amarillento, transformándolas en una roca de textura granuda que recuerda el aspecto del barro cocido. En la proximidad de la carretera que descende a Cala Tramontana, se encuentra esta roca sumamente agrietada (fot. 12), y en sus fisuras se ha depositado posteriormente el carbonato de cal disuelto por las aguas de lluvia, y procedente de las molasas pliocenas, situadas en un nivel más alto, bajo la forma de una caliza tobácea que, presentando mayor resistencia que las areniscas a la erosión, han formado un esqueleto más resistente, del que da idea la adjunta fotografía.



FOTOGRAFIA 12. — Grietas en las margas, rellenas de carbonato de cal.

Resulta sumamente difícil el indicar la dirección de la estratificación en estos depósitos, que sólo puede seguirse en aquellos lugares donde afloran las capas de areniscas intercaladas en las margas, en los cuales hemos podido comprobar que la orientación general de sus capas es aproximadamente Levante-Poniente, presentando dos buzamientos diferentes, uno al Norte y otro al Sur, lo que indica que estos depósitos vienen plegados formando una serie de pequeños anticlinales y sinclinales.

Descansa este terreno al Nordeste sobre el estrato cristalino, viniendo recubierto por las molasas del plioceno y por un pequeño islote mioceno.

No hemos encontrado yacimientos de fósiles, sino solamente las impresiones de fucoides en las capas de areniscas intercaladas en las margas. Éstas en algunos sitios podrían confundirse con las arcillas plasencienses, si no fuera por la diferente estratificación de ambas, pues mientras que estas últimas se presentan en bancos casi horizontales, las eocenas están sumamente plegadas, como ya hemos indicado.

La analogía de facies con el eoceno de España y con el liguriense de Argelia nos induce a considerar estos depósitos como pertenecientes a este terreno.

### **Terrenos neogenos.**

Los terrenos neogenos son, sin duda alguna, de todos los que forman la región de Guelaya, los que presentan mayor interés geológico, porque además de ocupar sus depósitos casi la totalidad de este territorio, durante el transcurso del período de su sedimentación han tenido lugar los grandes movimientos que motivaron el levantamiento alpino que tanta influencia ha ejercido la formación del relieve actual de esta zona.

Estos movimientos parecen haber comenzado por producir pliegues que han formado las principales cadenas de los que fueron seguidos de las grandes erupciones que ates-

volcanes de Guelaya y terminaron con los hundimientos que han conducido al Mediterráneo a su cuenca actual.

No se ha llegado a un acuerdo completo respecto a los límites de las series miocena y pliocena en que ha sido dividido este sistema. El piso pónico, en que para muchos autores termina en Europa la serie miocena, es considerado por otros, sobre todo en Alemania, como perteneciente a la pliocena.

En el Norte de África, Pomel y la mayoría de los geólogos franceses que han estudiado la zona de Argelia, admiten en la parte alta del mioceno un piso de facies marina, al que han dado el nombre de Saheliense, este piso ha sido considerado por Peron más bien como perteneciente al plioceno. En él se encuentran algunos fósiles pliocenos en unión de otros miocenos; esta fauna ha sido posteriormente estudiada por Deperet y considerada como una verdadera fauna de paso entre el mioceno y el plioceno, y, por lo tanto, el sahelense como sincrónico del pónico de Europa.

Nosotros hemos clasificado casi todos los depósitos neogenos de Guelaya en el plioceno, fundándonos en su fauna y en la analogía que hemos encontrado en los depósitos de su parte inferior con las arcillas de los tejares de Málaga, consideradas como típicas del plasenciense en España, pero, como ya hemos indicado, conviene hacer notar la semejanza litológica de estos depósitos con los de Orán, clasificados por Gentil después de detenidos estudios paleontológicos de los fósiles recogidos por él y por los geólogos que le han precedido, como pertenecientes al mioceno medio y superior.

Existiendo en estos terrenos, en Guelaya, abundantes yacimientos de fósiles, sería interesante hacer más adelante un estudio especial de los mismos, comparándolos con los de Orán, para determinar el sincronismo de sus depósitos y ver si pertenecen a los mismos pisos, como sospechamos.

### Mioceno.

Muy reducidos son los dos depósitos que indicamos en el mapa adjunto con el color correspondiente a esta serie. El primero está situado en las proximidades de la costa occidental de Beni-Sicar, en las cercanías de Cala *Charranes*, encima de la carretera que de Melilla conduce a dicha Cala y un poco más abajo del poblado de Tlat. La superficie de esta mancha es inferior a 15 hectáreas.

Sobre el segundo asomo de este terreno, situado en la costa oriental de Tres Forcas, y también de muy reducida extensión, se asienta la antigua plaza fuerte de Melilla.

El primer manchón está constituido por un depósito de estructura concrecionada formado, en su mayor parte, por trozos calizos procedentes en su mayoría de organismos tales como restos de *Clypeaster*, *Spondylus*, ostras, y otras conchas, formando un verdadero *falun*.

Descansa este depósito en discordancia sobre las margas arcillosas del eoceno.

Donde claramente se aprecia esta discordancia es en el barranco de Arruabi, formado casi todo él en las margas arcillosas del eoceno. Sobre éstas, en la parte alta del barranco, se encuentran abundantes fósiles sueltos que la erosión ha desprendido del asomo mioceno que corona dicho barranco, siendo los ejemplares así recogidos los que nos han servido para clasificar el citado asomo, pues debido a la gran dureza de los materiales de que está formado es imposible extraer en buen estado los fósiles en ellos encerrados.

Entre los recogidos por nosotros se encuentran los siguientes:

*Ostrea gingensis* Schlat.

*Pecten latissimus* Broch.

*Pecten solarium* Lam.

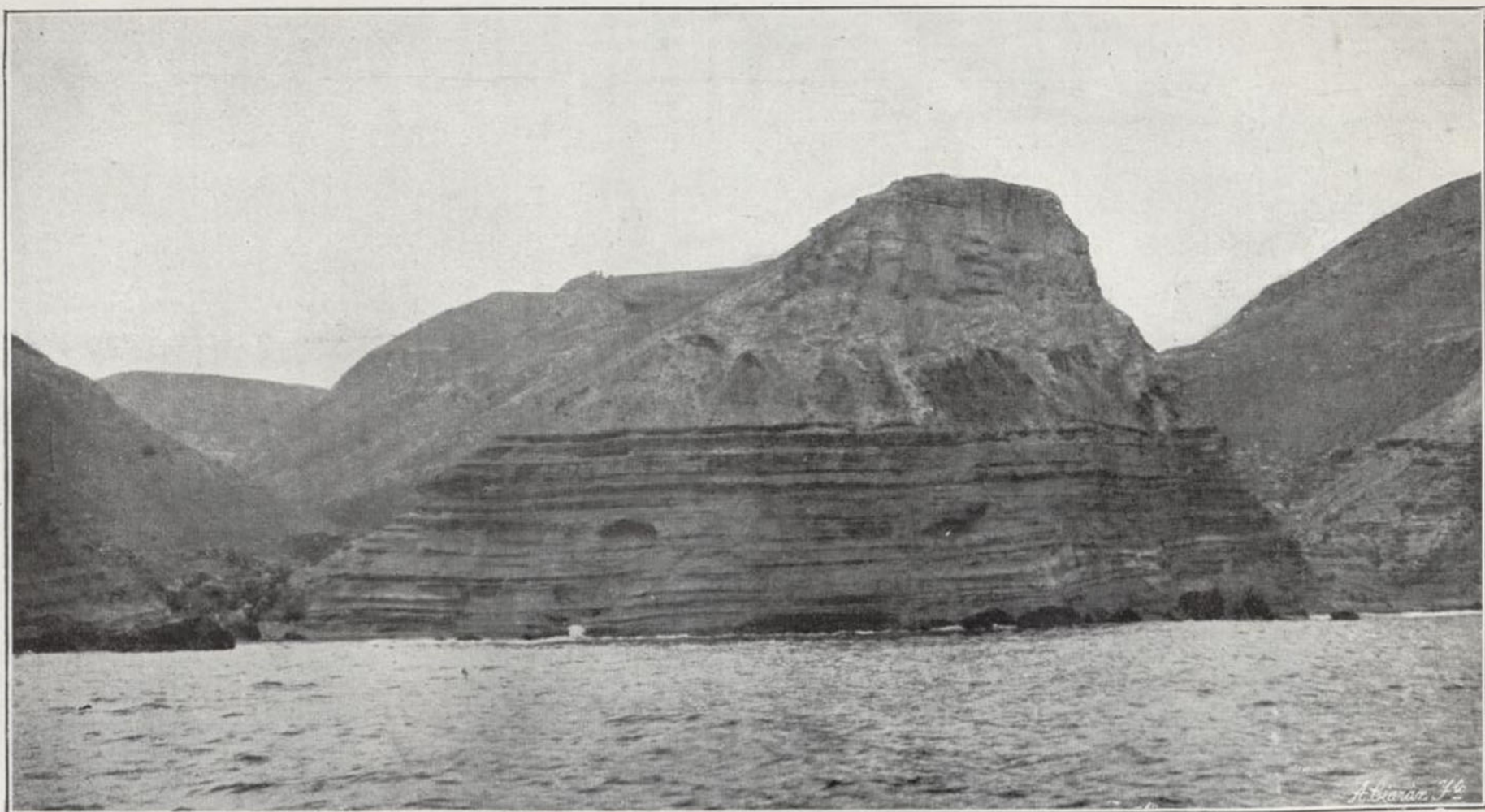
*Spondylus crasicosta* Lmk.

*Clypeaster alticostatus* Michelin.

*Clypeaster portentosus* Des Moulins.

*Clypeaster allus* Lamb.





FOTOGRAFÍA 13. — Margas y areniscas pliocenas de la costa oriental de Tres Forcas.

El conjunto de esta fauna y la abundancia de restos de clypeaster, nos han inducido a clasificar estos depósitos como pertenecientes al helvético, que en Argelia viene representado por depósitos de caracteres litológicos análogos al descrito. Allí constituyen el segundo gran nivel de equinidos, sobre todo de clypeaster muy abundantes en individuos y en especies.

El segundo asomo de este terreno está constituido por una molasa de una composición análoga a la descrita, de gran dureza, con multitud de fósiles en mal estado, que nos ha impedido recoger ejemplares clasificables. Esta molasa aflora en el Peñón de Melilla, viéndose sus bancos en los acantilados de la Cala de los Galápagos. El estar en estos lugares continuamente bañada por las aguas del mar parece haber aumentado la dureza de esta roca, pues en los trabajos del colector para el saneamiento de Melilla se atravesó esta capa, presentando mucha menor resistencia.

Buzan sus capas hacia el Oeste, y son infrayacentes a las arenas pliocenas que se apoyan en discordancia.

Estas capas en los acantilados de la costa desaparecen al Norte del cementerio por debajo de las arenas antes citadas.

### **Plioceno.**

Basta examinar el plano que acompaña a este avance para comprender el importante papel que representa en Guelaya la serie pliocena.

Sus depósitos sedimentarios, que ocupan una extensión de 251 kilómetros cuadrados por una parte, y las grandes erupciones que en el transcurso de esta serie han tenido lugar, cubren casi la totalidad de su territorio.

Abarcan sus sedimentos casi toda la meseta de Beni-Sicar, penetran luego por la margen derecha del Kert para extenderse por el valle del Masin, y, rodeando la cadena del Hianen, entran en las mesetas de Beni-Sidel.

Por la parte Sur del macizo de Beni-bu-Ifrur, y casi unida con

FOTOGRAFIA 13. — Margas y areniscas pliocenas de la costa oriental de Tres Forcas.

esta gran mancha, aparece otra faja de unos siete kilómetros de largo, que cubre las vertientes meridionales de los montes de Isbumia, Mersaguer y Tiberián.

Además, en el asomo traquiandesítico que forma el cabo de Tres Forcas, hay un pequeño isleo en las proximidades del poblado de Dxar-Mahfut.

Presenta el plioceno en su base unas arcillas margosas azuladas, que paulatinamente van haciéndose más gredosas a medida que se elevan en la serie y llegan a pasar a verdaderas areniscas y arenas en su parte superior, es decir, que van cargándose cada vez más de arena, lo que parece indicar un movimiento continuado de emersión durante todo el período, pues las partes altas tienen todo el aspecto de una formación litoral.

El carácter francamente arcilloso de la parte inferior, y arenoso de la superior, nos hace creer en la existencia de los dos pisos, plasenciense y astiense, a pesar de no notarse discordancia alguna en estos depósitos, que se presentan casi horizontales o con ligeros buzamientos orientales (fot. 13). El espesor total es de unos 300 metros.

Durante toda la serie parecen haber tenido lugar las grandes erupciones cuyos productos cubren una parte tan extensa de esta comarca, y que parte de ellos vienen intercalados en forma de tobas volcánicas marinas, hallándose las correspondientes a la erupción del Tidinit en la parte alta del tramo arcilloso, y las precedentes del Gurugú en el arenoso.

**Plasenciense.**—Los depósitos pertenecientes a este piso tienen su mayor representación en la cuenca del Kert, en la que ocupan toda su zona Sur, cubierta sólo en aquellos puntos de cota superior a 200 metros por los manchones del piso superior.

Forman casi todo el valle del Masín, y, penetrando por el collado de Az-Hasain, entran en Beni-bu-Gafar ocupando los terrenos de cota inferior a 200 metros de dicha cabila, y formando las partes bajas de los barrancos de Sidi Mesaud y Haduba, desapareciendo en la costa occidental de Guelaya, debajo de los médanos costeros.

Está formado el plasenciense en su base por arcillas margosas de color azulado, en profundidad, que se descomponen en la superficie, donde toman un color gris amarillento.

Sobre ellas vienen en la cabila de Beni-Sidel unas capas arcillogredosas, formadas por la descomposición de los materiales eruptivos que parecen provenir del antiguo volcán del Tidinit.

En el cauce del Melha, como indica la fotografía 14, se ven en su parte inferior las arcillas fosilíferas; sobre ellas, capas alternantes de tobas y margas arcillosas, terminando en la parte superior por margas gredosas cubiertas de una pequeña capa de cuaternario.

En el valle del Masín y en la confluencia de dicho arroyo con el que baja del Hianen existe un corte natural, como puede verse en las siguientes fotografías (fots. 15 y 16), en las que se comprueban la misma sucesión de los terrenos, con la única diferencia de que aquí los lechos volcánicos se presentan con un espesor mucho mayor y sin alternancia de lechos margosos, descansando sobre ellos las areniscas del astiense (fots. 17 y 18).

Estas tobas volcánicas presentan un aspecto muy característico en la parte alta del valle del Masín con fuertes coloraciones irisadas.

En las arcillas que acabamos de describir hemos recogido los fósiles siguientes, que nos han servido para clasificar estos depósitos como pertenecientes al plasenciense:

- Arca corbuloides* Monterosato.
- Pleuromectia cristata* Bronn.
- Venus gallina* Linné.
- Natica catena* Da Costa.
- Dentalium sexangulare* Lam.
- Cerithium mediterraneae* Brug.
- Pecten maximus* Lam.
- Pecten opercularis* Lin.
- Ostrea lamellosa* Broc.
- Ostrea edulis* L.
- Corbula gibba* Olivi.



FOTOGRAFÍA 14. — Cauce del Melha.

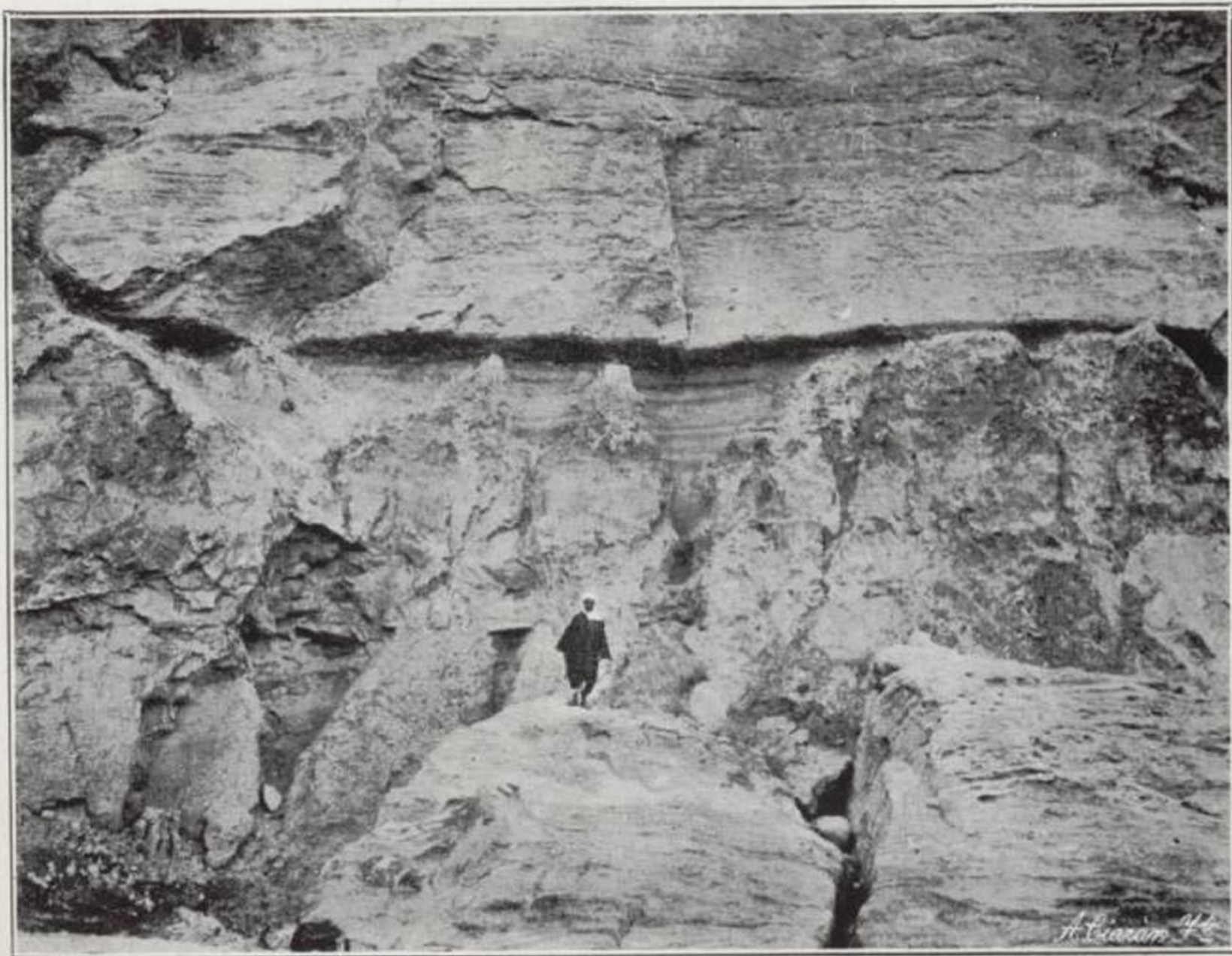


FOTOGRAFÍA 15. — Plioceno en el valle de Masín.



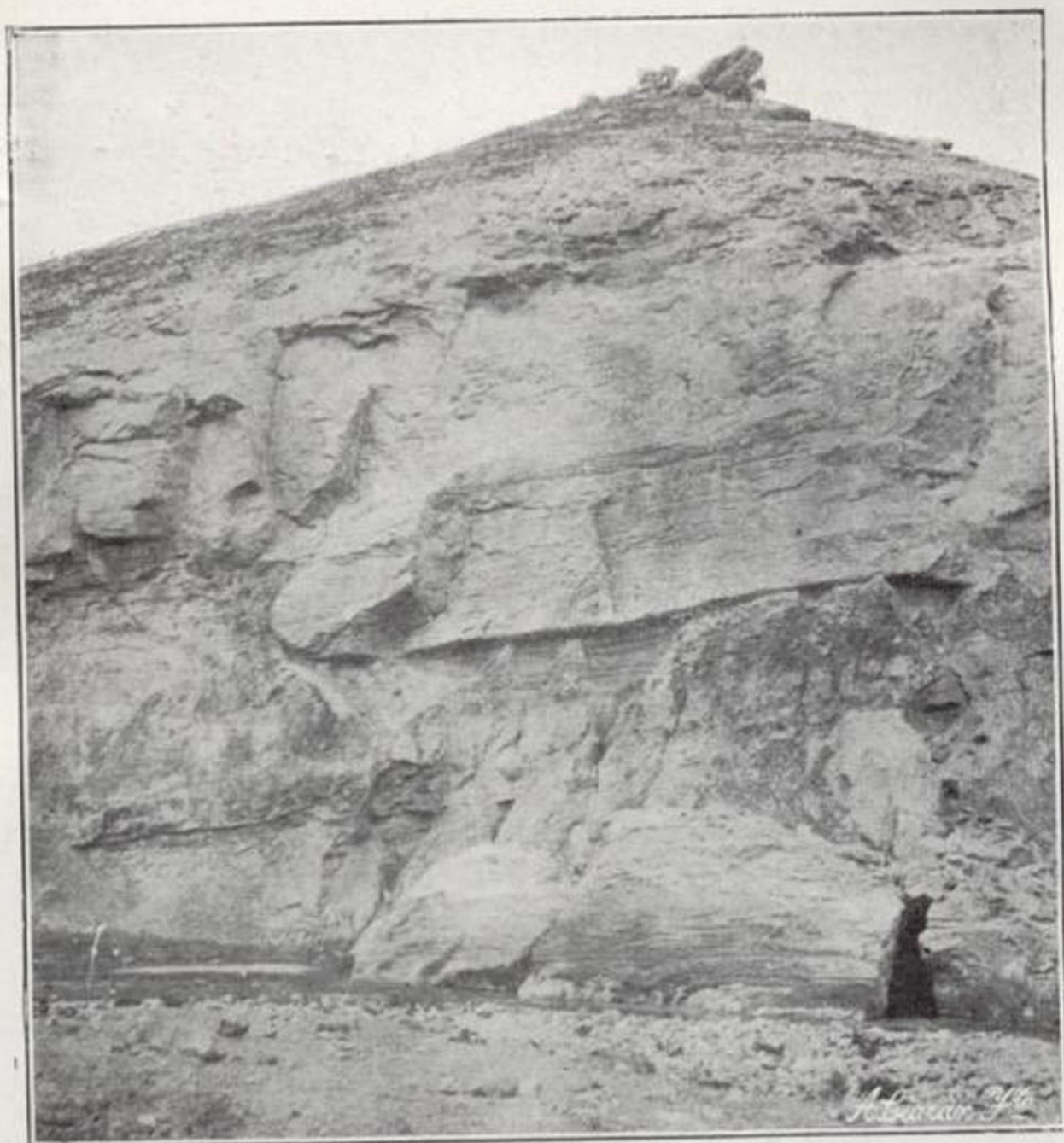


FOTOGRAFÍA 14. — Cauce del Melha.

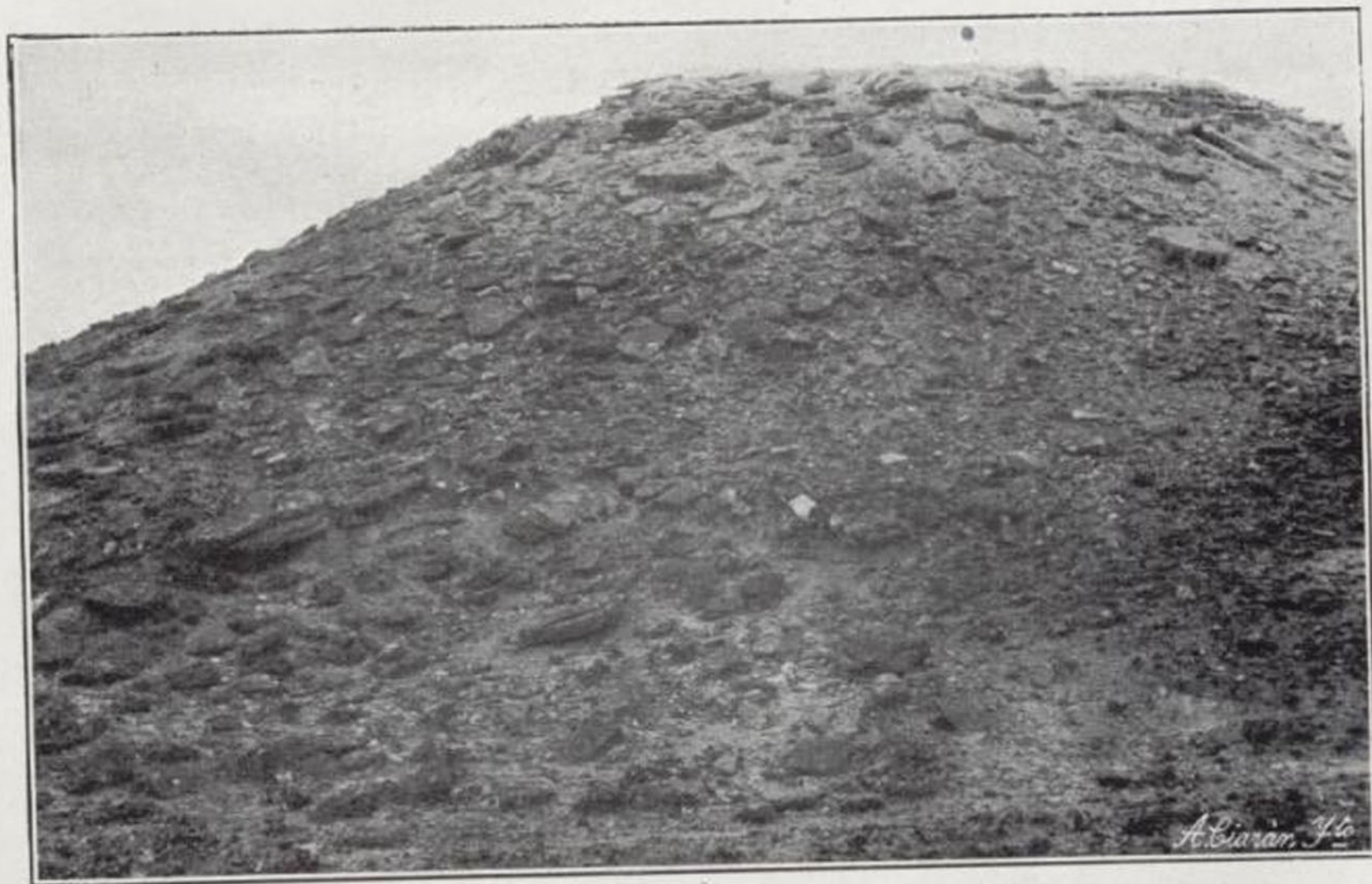


FOTOGRAFÍA 15. — Plioceno en el valle de Masín.





FOTOGRAFÍA 16. — Corte en el Masín.



FOTOGRAFÍA 17. — Arenisca del Astiense, sobre tobas volcánicas.

*Turritela archimedis* Brong.

*Oxirhyna.*

*Corbulomia.*

**Astiense.**—Este piso, constituido por arenas y molasas, en las que algunas veces se intercalan lechos calizos, ocupa la mayor parte de la meseta de Beni-Sicar.

Viene representado en la parte próxima al Gurugú por areniscas que pasan a arenas en su parte superior. A veces llevan intercaladas lechos de una pudinga menuda o grijo y algún pequeño banco de caliza blanca.

Estas areniscas que forman el suelo de la nueva ciudad de Melilla son en dicho punto de un color amarillento azafranado y grano sumamente fino. En los cortes de la meseta del zoco el Had de Beni-Sicar, por donde baja el camino a Mariguari, se presentan estas areniscas menos coherentes y con grano más grueso, con un lecho de guijo de unos dos metros de potencia. En su parte superior, y en las proximidades de Taurirt, este lecho se ha convertido en una verdadera pudinga.

Según se va sobre estas capas hacia el Norte, y a partir de la altura de Rostro Gordo, en la costa oriental, y de Taurirt en la occidental, van pasando lateralmente estas areniscas, a molasas que forman toda la región septentrional de esta meseta. En estos bancos hemos encontrado los fósiles siguientes:

*Ostrea cochlear* Poli.

*Pecten pusio* Lin.

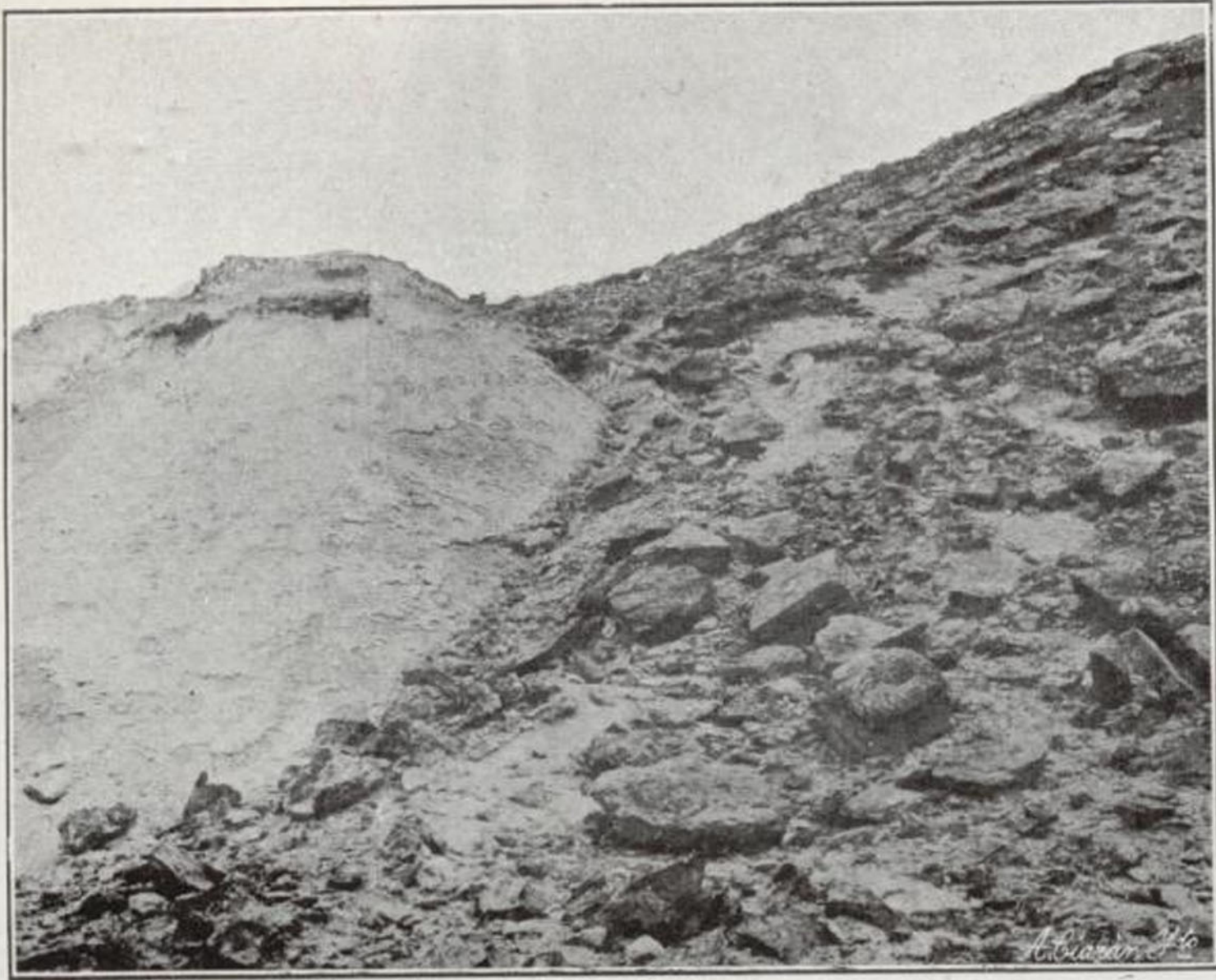
*Cardium edule* Lin.

*Foladomias.*

Estas molasas son tanto más toscas y se van cargando más de fósiles según se va avanzando hacia el Norte, donde constituyen verdaderos faluns compuestos de bancos de espesores hasta de cinco y seis metros, de un color blanco que da a esta región un carácter típico, como puede verse en la siguiente fotografía (fot.19).

En la zona Norte presenta este terreno una semejanza muy





FOTOGRAFÍA 18. — Areniscas astienses sobre tobas volcánicas.



FOTOGRAFÍA 19. — Molasas del plioceno de Tres Forcas.

marcada con la serie descrita por Pomel en el sahelense de Orán. Nosotros nos hemos visto obligados a colocar estas capas en el plioceno por pertenecer a él todos los fósiles que hemos podido determinar, y que son los siguientes:

*Ostrea edulis* L.

*Pecten latisimus* Broc.

*Pecten opercularis* Lin.

*Pecten excisus* Born.

En el manchón traquiandesítico del cabo Tres Forcas y cerca del poblado de Dhar-Mahfut, existe una pequeña mancha que indica que la sedimentación de este terreno es posterior a la erupción sobre la que descansa.

En él hemos recogido los fósiles siguientes:

*Pecten glaber* Chem.

*Venus nux* Gm.

*Dosinia Exoleta* Lam.

*Conus mediterraneo* Hwass.

*Cardita sulcata* Font.

*Natica catena* Da Costa.

### **Pleistoceno.**

Pertenecen a tres clases los depósitos de este terreno: diluvial, travertinos y dunas fijadas.

**Diluvial.**—Está formado por capas bastante irregulares de arcillas más o menos mezcladas con arenas y lechos de gravas, a veces groseramente estratificadas.

En algunos parajes, como sucede en la trinchera del ferrocarril, a la salida de la estación de Zeluán, la arcilla y la arena rellenan los huecos que quedan entre voluminosos cantos eruptivos.

En las proximidades de Mar Chica y en la cuenca del Río de Oro, abunda más la arcilla, explotándose en este último sitio para la fabricación de ladrillos.



FOTOGRAFÍA 18. — Areniscas astlenses sobre tobas volcánicas.



FOTOGRAFÍA 19. — Molinas del plioceno de Tres Forcas.



En cambio en la parte alta del Garet toma un carácter más arenoso, así como en la cuenca del Kert, en cuyas arenas se encuentran abundantes ejemplares de moluscos terrestres, entre los que hemos reconocido el *Helix Aspersa* Muller, *H punctata* Muller y *Rumina Decollata* Lin.

También son de este tipo los depósitos situados en la margen derecha del Kert, ya cerca de su desembocadura, y que rodeando a los dos Tumiats se extienden hasta la vertiente Norte de Tauriart-Zag, así como el de Sidi-Embarek, en el valle del Masín.

La formación cuaternaria, que se encuentra al Sur del collado de At-laten, presenta un carácter muy singular, estando compuesto de trozos de pizarras y cuarcitas silurianas, con rocas eruptivas, trabadas por un cemento formado de productos eruptivos descompuestos. Los cantos de pizarras y cuarcitas son angulosos, indicando haber sufrido un transporte muy pequeño, presentando el conjunto una grosera estratificación, en la que claramente se nota un buzamiento a Levante, que parecè indicar que el hundimiento de que hemos hablado, y que produjo la formación del valle del Uixan con la captura del arroyo de su nombre, ha sido posterior al depósito de este aluvión, cuyo espesor en la parte baja viene a ser de unos 30 metros.

**Travertinos.**—Estas formaciones son muy abundantes en el Norte de África, encontrándose en varios lugares de Guelaya; pero donde adquieren mayor desarrollo y viene mejor representado es al Norte de Melilla, donde ocupa una extensión de 34 kilómetros cuadrados, de forma ovalada y que recubre la parte alta de la meseta, sobre la que se asienta el fuerte de Rostrogordo.

Se presentan estos depósitos bajo la forma de una costra caliza de aspecto tobáceo unas veces, otras más cristalino, de colores blancos, rojizos, y alguna vez abigarrados, como en las proximidades del Hach-Bisand, en donde tienen grandes oquedades producidas por la descomposición de estas calizas, y rellenas de una arcilla rojiza, residuo de esta descomposición.

El espesor del travertino es muy variable, desde pocos centímetros hasta dos y tres metros, que en algunos barrancos, como





FOTOGRAFÍA 20. — Erosión eólica en las dunas fijadas.

el de Tigorlaten, parece mucho mayor, debido a que la erosión, al atacar las arenas pliocenas sobre las que descansan, han hecho caer parte de estos bancos calizos sobre sus vertientes, recubriéndolas casi por completo.

En estas calizas es frecuente encontrar moluscos terrestres que han sido empastados por la formación, siendo el más abundante el *H. punctata*.

La formación de estos travertinos parece ser debida a la emisión de manantiales carbonatados, última manifestación volcánica de la región.

**Dunas.**— Agrupamos bajo este nombre unos depósitos constituidos por verdaderas areniscas que pueden provenir de la fijación de dunas por las aguas calizas que parecen cimentar los granos de arena.

Estos depósitos se encuentran en las orillas de la carretera de Iazanen, cerca del poblado de Idudotem y en el barranco de la Muerte.

También pertenecen a esta formación los depósitos que coronan la playa de las Moras, en las cercanías de la Cala Charranes, en la que presentan formas sumamente caprichosas, debidas a la erosión eólica, como puede verse en la adjunta fotografía (fot. 20).

### Actual.

A tres tipos pertenecen los depósitos de este piso.

El primero representado por los aluviones actuales, que ocupan los cauces de los ríos.

Los segundos, que tienen su representación al pie de la Alcazaba de Zeluán, en donde se ve claramente la formación contemporánea de travertinos, debida a la caliza que lleva en disolución el río Zeluán, que unas veces por capilaridad y otras por simple evaporación, va formando una corteza caliza alrededor de los vegetales, y de la tierra de sus orillas, formando bancos que a veces tienen uno y dos metros de espesor.

Y el tercero, que es el de mayor importancia, pues ocupa una



FOTOGRAFÍA 20. — Erosión eólica en las dunas fijadas.

extensión de 98 kilómetros cuadrados formado por verdaderas dunas, frecuentes en todas las ensenadas y escotaduras que presenta la costa occidental de Tres Forcas y debidas a los vientos del Noroeste.

Los principales depósitos de esta clase son: uno en el cabo Tres Forcas, en el poblado de Ifri-en Dunech; el segundo en la parte central, formando los arenales de Taxdir, y el tercero, en la costa de Beni-Bugafar.

## HIDROLOGÍA

### Notas generales.

Uno de los aspectos de mayor interés para la zona del Protectorado español en Marruecos, especialmente en su zona oriental, es el de la investigación y utilización de cuantas aguas puedan recogerse en su territorio, bien sea por medio de obras superficiales de aprovechamiento, presas, pantanos, canalizaciones, etc., o bien alumbrando corrientes subterráneas, si éstas fuesen abundantes. Con las buenas condiciones de temperatura de esta zona, y la calidad de los terrenos que forman su suelo, disponiendo de agua, su desarrollo agrícola sería rápido, constituyendo una gran fuente de riqueza que, unida a la minera ya existente, le aseguraría un brillante porvenir.

Para tratar de resolver este problema, tres son los elementos principales que debemos de investigar:

- 1.º El régimen meteorológico.
- 2.º El régimen fluvial.
- 3.º El estudio de las aguas subterráneas.

**Régimen meteorológico.**—Sabido es que tanto las aguas subterráneas, como las superficiales de una región, dependen única y exclusivamente de la humedad, que, condensada principalmente bajo la forma de lluvia, se precipita sobre la tierra.

Es, por tanto, indispensable comenzar por el conocimiento ne-

cesario de las lluvias, para poder llegar a trazar un mapa pluviométrico, en el que puedan apreciarse diferencias de precipitaciones por lo menos de 100 milímetros. Mapa que permitiría, conociendo la estructura y extensión de las cuencas hidrográficas, poder calcular la cantidad total de agua precipitada sobre ellas.

Para el trazado de un mapa de esta clase se necesita reunir los resultados de observaciones verificadas en multitud de puntos, situados lo más próximos posible, pues el régimen pluviométrico es sumamente variable, dependiendo, no sólo de las condiciones generales atmosféricas, sino también de las del relieve y de la orientación de los macizos montañosos.

Se indican generalmente como necesarias, para llegar a una representación adecuada, cuatro estaciones por cada 1.000 kilómetros cuadrados; pero este número más bien depende de la topografía y condiciones especiales de las comarcas que se estudian, siendo suficiente para unas regiones y resultando escaso o excesivo para otras.

Hasta hace poco no se habían hecho más observaciones en toda la zona que las verificadas en el Observatorio de la Junta de Fomento de Melilla.

Posteriormente a la creación de la Comisión de que formamos parte, se han empezado a recoger estos datos en la Granja Agrícola de Melilla, en la llanura del Garet y en la Granja del Zebra.

No basta solamente conocer la cantidad de agua caída en milímetros, sino también el número de días en que tiene lugar la precipitación para conocer la forma habitual en que se verifican estas lluvias.

Son también muy interesantes, para el objeto que perseguimos, los datos relativos a la evaporación, que en estos países suele ser sumamente activa, y de los que existen algunos acerca de la posesión española de Melilla. Esta evaporación suele venir contrarrestada en algunos parajes por grandes rocíos de los que hasta la fecha no hay dato numérico alguno que pueda indicarnos su importancia.

**Régimen fluvial.**—La estructura general de las cadenas del Rif, y la proximidad a la costa de su divisoria de aguas, conduce a la idea de que la mayor parte de los cursos de agua de esta vertiente mediterránea, por su mucha pendiente, tienen que ser de régimen torrencial.

Sin embargo, en algunos casos, como en el del río Kert, sucede que la misma disposición paralela a la costa de las cadenas del Rif hacen seguir al río uno de sus valles de separación antes de desaguar en el mar, lo que, aumentando notablemente su recorrido, le hace disminuir su pendiente y perder algo de su carácter torrencial.

El problema del régimen fluvial sólo consiste en la determinación de la relación que existe entre la cantidad de agua caída en la superficie de su cuenca y la que corre por el cauce del río al mar. La primera debe darla a conocer el mapa pluviométrico de que hemos hecho mención, y la segunda hay que obtenerla por medio de aforos.

Aparte de los aforos que determinan su caudal total en crecidas y estiajes y los mensuales necesarios para conocer el caudal normal que deben practicarse en las proximidades de su desembocadura, es necesario efectuar otros de caudales parciales en los puntos en que el río recibe afluentes y en los parajes en que atraviesa capas de distinta permeabilidad para poder llegar al conocimiento perfecto del régimen fluvial.

Con este conocimiento, unido al de los perfiles longitudinales y transversales del cauce y condiciones topográficas de su cuenca, podrá ya abordarse el problema del aprovechamiento de las aguas superficiales, eligiendo el lugar y medio más conveniente para ello.

**Estudio de las aguas subterráneas.**—Para el estudio de las aguas subterráneas es indispensable hacer el geológico de la comarca, pues sin un conocimiento perfecto de la estratigrafía del país y las condiciones particulares de las distintas capas geológicas que lo integran, no es posible formarse idea del régimen de sus aguas subterráneas, ni mucho menos tratar de alumbrarlas con alguna probabilidad de éxito.

Hay, por lo tanto, que comenzar por un estudio completo y detenido de la comarca que, dándonos a conocer la diferente constitución geológica de los terrenos, la posición de sus diferentes capas y su situación relativa, nos permita separar las permeables de las impermeables, hallar el coeficiente aproximado de permeabilidad de cada una de las primeras, teniendo en cuenta para ello su mayor o menor porosidad, su inclinación y la extensión de su afloramiento.

De esta manera, conocidas las formas y condiciones de las diferentes cuencas geológicas de recepción y los pliegues y fallas que afectan a las capas, que, como es natural, tienen una gran influencia en el curso de las aguas subterráneas, poder proceder a un estudio minucioso, que, unido al conocimiento del régimen meteorológico y fluvial, que podrán indicarnos la escasez o abundancia de las aguas subterráneas, pues su cantidad tiene que ser igual a la total caída en la cuenca, disminuída en la vertida al mar por los ríos y la pérdida por evaporación, nos permita conocer los casos en que sea conveniente y susceptible intentar alumbrar por medio de pozos o galerías las aguas subterráneas de la comarca.

No existiendo anterior al nuestro ningún estudio geológico de conjunto de la región oriental del Rif, hemos tenido que principiar por comenzar a hacerlo; de su comienzo es un avance esta Memoria de Guelaya, lo que nos permitirá, una vez que lo hayamos completado con el de la cordillera de Quebdana, región de los Ziatas y cuenca del Muluya, estar en condiciones para poder informar como es debido acerca del arduo y extenso problema del alumbramiento de las aguas subterráneas de la citada región oriental del Rif, de tan vital interés para esta zona.

Sin embargo, las observaciones hasta ahora hechas por nosotros y el conocimiento que ya vamos teniendo de la región, nos permiten en este avance hacer algunas consideraciones de carácter práctico respecto a la hidrología de la posesión española de Melilla, que más adelante han de ser completadas con los datos numéricos que aun no conocemos, y que hemos indicado es necesario reunir para este estudio.

**Nota relativa al territorio de Melilla.**—En la descripción

física expusimos algunos datos resultantes de las observaciones ejecutadas por la Junta de Fomento en la plaza de Melilla, de los que se deduce que puede considerarse como promedio en 418 milímetros la cantidad de agua caída anualmente durante unos cuarenta días de lluvia. Se ha observado también que, a menudo, estas lluvias tienen carácter torrencial, sobre todo en otoño, después del estiaje, que es sumamente prolongado, pues lo general es que no llueva desde mayo a octubre. Se citan casos de haber llegado a 40 milímetros la cantidad de agua caída durante una hora.

Sería conveniente verificar algunas observaciones también en la costa occidental, por ejemplo, en Sammar, por su diferente orientación, pues la teoría indica que las lluvias tienen lugar preferentemente sobre las vertientes que se oponen a la dirección de los vientos húmedos, que en esta costa es probable sean los del Noroeste, siendo en Melilla los del Nordeste. Estas observaciones, por lo tanto, acusarán alguna diferencia con las registradas en Melilla, que afectará a la cuenca superior del río de Oro.

Los vientos dominantes son los del Noroeste y Nordeste, vulgarmente llamados Poniente y Levante, y, generalmente, las lluvias tienen lugar al cambio del uno por el otro.

Como era de esperar, por la elevada temperatura que rige la mayor parte del año, la evaporación es muy activa, alcanzando la cifra de 1.860 milímetros anuales, según las observaciones ejecutadas en la Granja Agrícola por el ingeniero Sr. Cremades, y llegando a la de 1.760 milímetros en las verificadas en la Junta de Fomento por el ingeniero Sr. Bielza. Los aparatos que acusan estas observaciones están situados a la sombra resguardados de los vientos, y la relación de la evaporación entre los meses extremos de invierno a verano suele ser aproximadamente de 1 : 2, no habiendo llegado en enero a 92 milímetros, y pasando en agosto de 200 milímetros. En una alberca situada al aire libre en la Granja Agrícola se ha observado en los meses de verano una evaporación de 10 milímetros diarios.

El sistema fluvial de esta zona está constituido por el río de Oro, con sus afluentes y algunos barrancos costeros.



La cuenca de alimentación total del río puede estimarse en 85 kilómetros cuadrados, de los que 25 km. pertenecen a rocas eruptivas y el resto al terreno terciario. Las primeras forman la parte alta de la cuenca y casi toda la margen derecha, y aunque por su textura y composición no son porosas, se comportan, sin embargo, para los efectos hidrológicos, como rocas permeables, por la multitud de grietas y fisuras que contienen, y aunque esta permeabilidad viene contrarrestada por las pendientes bruscas de las laderas y barrancos y el carácter torrencial de las lluvias es, sin embargo, lo suficiente para hacer de este macizo del Gurugú la parte de Guelaya más abundante en aguas, que son además, por la composición de sus rocas, las más puras de la región, y el motivo principal de que la cabila de Mazuza, situada toda en este macizo, tenga una densidad de población cerca del triple de las que se asientan sobre el terreno terciario.

Una gran parte de las aguas que atraviesan los huecos y fisuras del macizo eruptivo debe perderse para la cuenca del río de Oro, dada la inclinación general hacia el Sureste de la meseta terciaria, sobre la que se apoya, pues lo natural es que desciendan hasta llegar al nivel terciario impermeable y circulen por éste para salir por los manantiales de las vertientes meridionales del Gurugú. Algunos, sin embargo, vierten sus aguas en barrancos afluentes del río de Oro, como sucede con los llamados de Los Trara, que alimentan el Izaroren. Esta parte alta del río, por la forma de su cuenca, debe tener un régimen torrencial muy marcado, efectuando rápidamente el desagüe de la mayor parte de las aguas caídas sobre ella.

Pasadas las gargantas de Arranú entra el río en el terciario, compuesto en gran parte de materiales porosos, sobre todo en su parte alta, lo que motiva que la corriente superficial sea de pequeño caudal y la subálvea de mayor importancia.

Siendo 418 milímetros el promedio anual de la lluvia caída, la cantidad total de agua recogida en la extensión de 85 kilómetros cuadrados que ocupa la cuenca será de 35.530.000 metros cúbicos que corresponden a 1.125 litros por segundo.

No se han efectuado aforos que nos permitan establecer ni siquiera aproximadamente el régimen del río, que tiene muchos aprovechamientos durante todo su curso, para el riego de gran número de huertas que se cultivan en los bordes de su cauce, y cuya corriente superficial, aunque pequeña, existe en pleno estiaje.

Como dato interesante que retrata el carácter torrencial del río puede citarse que el año 1906 cayeron en Melilla 30 milímetros de agua en noventa minutos, provocando estas lluvias una crecida que elevó su nivel en el puente de Camellos, a 8,74 metros sobre el del mar, alcanzando 5,80 metros cerca ya de su desembocadura, en el puente de Triana. Sobre un perfil transversal se halló el área, resultando de 224,65 metros cuadrados, y fué calculada la velocidad media, obteniéndose la cifra de 0,49 metros por segundo, resultando, por lo tanto, el desagüe superior a 100 metros cúbicos por segundo; duró la crecida cuarenta y cinco minutos aproximadamente.

De todo lo expuesto se deduce que la mayor parte de las aguas caídas sobre esta cuenca en forma de lluvias torrenciales deben verter rápidamente, después de las lluvias, en forma de crecidas, por el cauce del río, y otra parte mucho menor, procedente de los manantiales y lluvias que no sean de carácter torrencial, es la que forma el caudal ordinario, del que el superficial es casi en su totalidad aprovechado, por medio de derivaciones, para el riego de huertas, y el subálveo es de bastante importancia.

Respecto a las aguas subterráneas debemos distinguir tres clases principales: las subálveas, que circulan bajo los cauces de los ríos y barrancos; las freáticas, que lo hacen sobre el primer nivel impermeable por debajo de la superficie del terreno, y las profundas, inferiores a este nivel.

En cuanto a la cantidad de agua que puede infiltrarse en esta cuenca para formar el caudal de aguas subterráneas subálveas y freáticas, pues las profundas tienen una cuenca de alimentación diferente, creemos que será inferior al 20 por 100 de la total de lluvia caída. Las grandes pendientes de la mayor parte de su suelo, lo desprovistas que se hallan sus laderas de vegetación, el carác-

ter a menudo torrencial de las lluvias y la gran evaporación, motivada por las temperaturas elevadas de la mayor parte del año, nos conducen a adoptar dicho coeficiente, creyendo que el 80 por 100 restante vuelve a la atmósfera y al mar, perdiéndose para los caudales subterráneos.

Hemos calculado en 1.125 litros de agua por segundo la cantidad total recogida en la cuenca; aplicando el coeficiente anterior nos resulta para el caudal total de aguas subterráneas, subálveas y freáticas la cantidad de 225 litros por segundo.

Al ocuparnos del río de Oro hemos indicado que en su cauce existe una corriente subálvea de bastante importancia; esta corriente, en unión de las análogas, correspondientes a los barrancos que a él afluyen en las proximidades de su desembocadura, son las que alimentan los pozos que existen en las huertas del río y en la mayoría de las casas de Melilla, situadas en los barrios Tesorillo, Príncipe de Asturias, Polígono, Buen Acuerdo, Obrero, Alfonso XIII y el Carmen, radicantes en el antiguo cauce y en sus inmediaciones.

Se contaban ya en 1907 más de 340 pozos, y actualmente puede asegurarse que pasan de 600 los situados en dichos barrios, surtiendo de agua a los servicios públicos y particulares de la mayor parte de la ciudad de Melilla, que no tiene hoy en día más caudal disponible en los citados barrios que el suministrado por este manto y el de un pozo artesiano, del que luego nos ocuparemos.

Lo bien montados que se hallan ya los servicios públicos, la gran cantidad de agua que se consume en las huertas y la numerosa población que habita estos barrios, indica desde luego la importancia del caudal de este manto acuífero, que estimamos superior a 100 litros por segundo.

Con motivo de un estudio de abastecimiento de aguas para Melilla, el ingeniero D. Manuel Becerra abrió unos pozos de un metro de diámetro en la parte más alta del cauce del río, dentro del territorio español y próximos al café de Mariguari. En estos pozos se cortó una lámina de agua de 0,50 metros de espesor, que daba un caudal de un litro por segundo. En el punto en que se perfora-

ron lleva el cauce una anchura de 80 metros, y dado el caudal que resultó para cada uno, teniendo en cuenta que el agua ha de tener tendencia a afluir a ellos, creemos poder suponer, sin cometer un gran error, por lo menos, en un litro por segundo la cantidad de agua que circula por cada metro de cauce, en cuyo caso el caudal subálveo del río resultaría de unos 80 litros en el citado paraje. Como posteriormente se le unen varios afluentes, algunos importantes, opinamos que en las proximidades de su desembocadura el caudal subálveo no debe ser inferior a los 100 litros por segundo que hemos consignado, y creemos más bien que es superior al 50 por 100 del total subterráneo, lo que nos induce a considerarlo como el más importante de todos los mantos acuíferos subterráneos de esta cuenca.

Este manto se halla dentro del territorio español, a muy poca altura sobre el nivel del mar, descendiendo paulatinamente hasta éste en la costa y notándose en los pozos, situados en la proximidad de ella, la influencia de las mareas, que hacen descender y subir su nivel de acuerdo con ellas.

Podemos considerar como pertenecientes a aguas subterráneas freáticas, aunque a veces pasen también a confundirse con las subálveas correspondientes al barranco de Mezquita, a las procedentes del manto acuífero que desciende por las vertientes del Gurugú, en las cercanías de Melilla, que alimenta de agua a los pozos situados en las fincas de los Sres. Merino y Escaño, a los perforados en la Granja agrícola, y más abajo, a los del barrio del Real e Hipódromo.

De estos pozos, el de la finca del Sr. Merino, situado a unos 30 metros sobre el nivel del mar, es el más elevado. Está horadado en el borde mismo del barranco de Mezquita, y durante el estiaje suele secarse por completo.

En cuanto al del Sr. Escaño, después de atravesar una capa de rocas eruptivas descompuestas, ha cortado, a 31 metros de profundidad, un manto acuífero que no ha podido ser agotado con la bomba de que dispone, que tiene una potencia de extracción de ocho litros por segundo.

Los pozos situados en la Granja Agrícola tienen: el de más al Sur, un caudal de cerca de dos litros por segundo, y el otro, 0,75 litros por segundo.

En cuanto a la parte inferior de este manto, se halla acribillada por los pozos del Barrio del Real e Hipódromo en número seguramente superior a 300, que indican también la importancia de su caudal, y nos conducen a la conclusión, que ya hemos indicado al tratar de las aguas subálveas del río de Oro, de que los mantos acuíferos subterráneos de mayor abundancia de esta zona deben corresponder a los someros de aguas subálveas y freáticas, y no a los profundos.

Para el estudio de las aguas profundas o artesianas, recordaremos que Melilla se halla situada en el borde inferior de la meseta terciaria, que tiene una ligera pendiente hacia la plaza. Esta meseta está constituida en su parte inferior por las margas arcillosas, que hemos considerado como pertenecientes al plasenciense, nivel muy impermeable y de gran espesor si se halla completo, y sobre el que debe circular, sin duda, el manto más importante de las aguas profundas. Este nivel debe encontrarse en Melilla, a unos 100 metros aproximadamente de profundidad. Sobre estas margas arcillosas vienen las hiladas del astiense, compuestas principalmente por capas de areniscas y arenas, entre las que se intercalan algunos bancos de caliza tosca, tobas volcánicas, etc. Este conjunto viene recubierto en algunos sitios por el diluvial, constituido en su representación menos porosa por la costra caliza de los travertinos, que aunque bastante impermeable en sí, a juzgar por los charcos que en épocas lluviosas se forman en aquellos parajes, en que por su horizontalidad se estancan las aguas, deja, sin embargo, que se infiltren algunas por sus multiplicadas grietas y fisuras.

La cuenca de alimentación de las aguas profundas que pueden interesar a la ciudad de Melilla queda, por lo tanto, situada al Noroeste de una línea trazada por la plaza paralelamente a la dirección de las capas, o sea Este-Nordeste; viene además disminuida en una ancha faja próxima a esta línea, a causa de que, dada

la poca pendiente de la meseta, el agua que cae en esta faja circula por las capas que son afectadas por los profundos barrancos que surcan esta formación, los que, cortándolas, rompen su continuidad y hacen que los mantos acuíferos que sobre sus hiladas impermeables circulan pierdan caudal y carga hidrostática, saliendo al exterior o alimentando las corrientes subálveas y freáticas.

Por lo tanto, la extensión de la cuenca de alimentación de los mantos, que pudiéramos considerar como artesianos, está disminuida al Sur por esta faja, hallándose limitada al Norte por las formaciones antiguas, resultando de todo ello que queda reducida a una pequeña extensión.

La forma plana que tiene, tampoco es conveniente para que estas aguas se acumulen, como sucedería si presentase, por ejemplo, un sinclinal, en cuyo fondo deberían irse a buscar.

Todas estas consideraciones conducen a creer que el caudal de aguas correspondiente a esta cuenca profunda es reducido, y se halla muy esparcido.

Por la pendiente general que tiene la meseta, la carga hidrostática de las aguas que circulan por estas capas profundas, no puede ser grande. Por otra parte, no debemos perder de vista, al ocuparnos de la fuerza ascensional del agua, la influencia que respecto a ella, lo mismo que a su composición química, tiene que ejercer la proximidad del mar, que está en comunicación con las capas que la contienen por sus bordes. Quanto a mayor profundidad y más cerca de la costa se haga un sondeo, aumentará esta influencia, contrarrestando con su presión la hidrostática del agua, que llegará seguramente a anularse a cierta profundidad. Ahora bien, mientras esta carga no quede completamente anulada, la diferencia de densidades del agua del mar y de la continental ayudará a la elevación de ésta por el tubo del sondeo, haciendo que suba por encima del nivel de aquél, de acuerdo con la teoría de los vasos comunicantes.

Las consideraciones expuestas nos conducen a que, en resumen, opinemos, respecto al problema de las aguas artesianas en Melilla, lo siguiente: Que existen éstas, que se hallan próxima-

mente a 100 metros de profundidad, que son de pequeño caudal y que su fuerza ascensional es reducida, sobrepasando muy poco del nivel del mar.

Respecto a la calidad de las aguas, creemos que sería inútil buscar, por medio de sondeos, aguas subterráneas que puedan merecer el nombre de potables, por la gran cantidad de sales fijas que tienen que contener, procedentes en gran parte de las capas terciarias que atraviesan, que están en su mayoría impregnadas de dichas sales y en menor también por la influencia que el agua del mar ejerce de una manera innegable en la proximidad de la costa.

Estas conclusiones a que nos han conducido las consideraciones teóricas que hemos expuesto, se corroboran con el resultado obtenido en la perforación de pozos artesianos ejecutada por el ingeniero D. Manuel Becerra. El sondeo, situado en la margen del río de Oro, cerca del puente de Camellos, único que se conserva, cortó una capa de agua ascendente a la profundidad de 94 metros, habiéndose elevado a unos cuatro metros sobre el nivel del mar, dando un caudal de dos litros por segundo. Respecto a la calidad de las aguas, su grado hidrométrico al principio llegó a 60°, habiendo posteriormente disminuido, sin duda por haberse establecido ya el régimen de la corriente de las aguas continentales, que al principio debían salir algo mezcladas con la del mar.

En líneas generales, creemos que las condiciones de potabilidad de las aguas del territorio español de Melilla tienen que ser muy medianas; pues las profundas tendrán, desde luego, menos residuos orgánicos que las someras y superficiales; pero la proporción de sales disueltas es probable que sea mayor, por las razones expuestas anteriormente; en cambio, las segundas tendrán una composición química más pura, sobre todo las procedentes directamente del macizo del Gurugú, pero la mayor parte de ellas vendrán contaminadas con los residuos orgánicos de la población indígena que habita sobre la cuenca de alimentación, aumentados con los del subsuelo de los barrios de Melilla.

En el Gurugú existen algunos manantiales en cotas elevadas que no están en contacto con el terciario, pero, como en todo ma-

cizo eruptivo, es sumamente difícil seguir la marcha de las aguas subterráneas, que circulan por grietas de enfriamiento, roturas y fallas complicadas. Sin embargo, es muy posible que con un estudio detenido pudieran encontrarse entre estos huecos depósitos importantes susceptibles de alumbramiento y captación por medio de galerías que estarían en condiciones, dada su altura, de poder conducir esas aguas a las zonas necesitadas.

Citaremos como interesante, y que indica lo complicados que deben ser los conductos subterráneos por donde circulan las aguas en estos macizos, el que, en la ensenadita que forma al Sur el istmo del Atalayón, existe un manantial, dentro ya de Mar Chica, que parece tener cierto carácter artesiano, pues antes de la apertura de la bocana sus aguas emergían sobre el nivel de la laguna.

La impresión deducida acerca de las aguas subterráneas en el territorio de la plaza de Melilla, nos parece también aplicable al valle del Uixan, en donde las numerosas roturas y desgarramientos denunciados por los afloramientos eruptivos no hacen esperar la existencia de mantos profundos de fuerza ascensional; en cambio los someros tienen bastante importancia, existiendo uno abundante que es el que surte los pozos de las vegas de Barraca y Nador. Este manto acuífero, al que han llegado los trabajos mineros en la zona del Afra, se halla en dicho lugar a 35 metros sobre el nivel del mar. Es de interés agrícola, pues puede servir para el riego de los terrenos de la llanura que bordea este macizo por Levante.

Terminamos esta nota, dando a continuación los resultados obtenidos en el análisis químico de algunas aguas de la región:

AGUA DEL IZARROREN (AFLUENTE DEL ORO EN EL ERUPTIVO)

Grado de dureza total.....	22°
Idem id. persistente.....	13°
	Gramos por litro.
Cloro total expresado en cloruro de sodio.....	0,207
Ácido sulfúrico expresado en anhídrico.....	0,021
Cal total.....	0,044
Magnesia total.....	0,010

AGUA DEL TIGORFATEN (AFLUENTE DEL ORO  
EN EL SEDIMENTARIO)

Grado de dureza total.....	52°
Idem id. persistente.....	32°

	Gramos por litro.
Cloro total expresado en cloruro de sodio.....	0,406
Ácido sulfúrico expresado en anhídrico.....	0,067
Cal total.....	0,180
Magnesia total.....	0,021

AGUA DEL RÍO UIXAN

Grado de dureza total.....	50°
Idem id. persistente.....	39°

	Gramos por litro.
Cloro total expresado en cloruro de sodio.....	1,570
Ácido sulfúrico expresado en anhídrico.....	0,408
Cal total.....	0,115
Magnesia total.....	0,163

AGUA ARTESIANA DE MAR CHICA

	Gramos por litro.
Óxido de hierro.....	0,050
Silice.....	0,036
Cloruro potásico.....	0,043
Idem magnésico.....	0,149
Idem sódico.....	2,482
Sulfato magnésico.....	0,027
Idem cálcico.....	0,602
Carbonato magnésico.....	0,240
Materia orgánica.....	0,021

## NOTA ACERCA DE LOS CRIADEROS DE MINERALES DE GUELAYA

### GENERALIDADES

Formando parte Guelaya de la cadena Mediterránea era ya de esperar que los criaderos metalíferos que encierra guardasen analogías con los tipos conocidos de Argelia y Orán, así como con los de Almería y Cartagena, zonas pertenecientes al mismo levantamiento, debiéndose encontrar iguales metales y las mismas agrupaciones minerales.

Así sucede, en efecto, abundando principalmente en su suelo el mineral de hierro, encontrándose también los de plomo y cinc y a veces algunos de cobre entre los anteriores, pero estos últimos solamente como fenómeno local sin llegar a constituir criadero.

Como hemos indicado anteriormente, los yacimientos descubiertos hasta ahora, tanto los de hierro como los de plomo y cinc, radican todos en los macizos en donde afloran las pizarras primarias, como sucede también en la vecina provincia de Orán.

Respecto a los minerales de hierro, que como hemos dicho, son los más abundantes, en todos esos macizos antiguos se encuentran siempre manifestaciones ferruginosas que indican la generalidad e importancia que debieron alcanzar en la región los fenómenos geológicos que dieron lugar a la formación de los criaderos de este metal que parecen guardar siempre una estrecha relación con ciertas rocas hipogénicas.

En Guelaya esas manifestaciones, unas veces reuniendo condiciones industriales de explotación y otras sin ellas, aparecen en las dos manchas de terrenos antiguos, que en su territorio aflo-



ran. En Beni-Sicar consisten en algunas masas de óxido de hierro al estado de oligisto y hematites rojas y pardas que se encuentran en contacto con las dolomías de la Sierra del Taryart, y también en algunos estrechos filoncillos que cortan las pizarras antiguas, en cuyo caso, el mineral suele tomar la forma de hierro oligisto micáceo.

Es en el macizo de Beni-bu-Ifrur donde tienen mayor representación estas manifestaciones ferruginosas, dando ya lugar a criaderos de gran importancia industrial, situados en la zona Norte del macizo, en contacto con las masas hipogénicas del valle de Uixan. En estos lugares el mineral se presenta excepcionalmente al estado de siderosa, más a menudo al de hierro magnético, y, sobre todo, al de hematites roja; su textura y composición van variando de Poniente a Levante. Es muy compacta y de aspecto metálico, en la región del Uixan, en donde el criadero parece proceder de un metamorfismo de contacto. En la parte central el mineral tiene una textura algo más porosa, aunque todavía conservando aspecto metálico y presentando en profundidad el carbonato de hierro que indica más bien un origen metasomático. En la zona más oriental, el mineral tiene una textura mucho más porosa, menos metálica y, en algunos casos, terrosa, cargándose de manganeso en la parte Norte.

Al Sur de Guelaya, en la pequeña cordillera de los Tistutin que cierra por el Oeste la llanura del Garet, vuelven a aparecer los terrenos antiguos y con ellos también las manifestaciones de minerales ferruginosos que allí consisten en estrechos filones de hierro especular.

Todavía más al Sur, en los montes llamados de Muley Kerker parece repetirse el mismo fenómeno, pues en algunos rápidos reconocimientos por allí efectuados se han hallado crestones de mineral de hierro, al estado de hematites roja, en contacto con calizas y muy semejante a algunos minerales del macizo de Beni-bu-Ifrur.

En cuanto a los plomos se han descubierto, hasta ahora, en la cabila de Beni-bu-Ifrur, principalmente en sus estribaciones orientales, en los montes de Afra, en donde son objeto de explotación.

También en las vertientes occidentales del Uixan existen algunas manifestaciones y afloramientos de filones plumbíferos que, aunque han dado lugar a algunas rebuscas de mineral, no han sido objeto aún de trabajos de reconocimiento suficientes para poder determinar sus principales características.

Los yacimientos de plomo hasta ahora se encuentran siguiendo dos fajas orientadas Norte-Sur, situadas en los bordes Oriental y Occidental del macizo, dejando en el centro la formación de los hierros. El cinc solamente se ha descubierto asociado a la galena en la zona Norte de los criaderos de Afra, presentándose bajo la forma de carbonato y alguna vez de hidrosilicato en las proximidades de un filón crucero.

Las vicisitudes por que ha atravesado el Imperio de Marruecos no han permitido aún desarrollarse en esta región la minería en la forma en que hubiese tenido lugar en otro país de sus mismas condiciones geológicas con un régimen minero ya establecido.

Sabido es que en 1906, el Acta de Algeciras al anunciar en su artículo 112 el propósito de publicar un Dahir que regulase la explotación de minas y canteras, abriendo, por lo tanto, a la concurrencia universal la explotación de los criaderos metalíferos de Marruecos, hasta entonces imposible, despertó las iniciativas de infinidad de Compañías y particulares, que desde aquel momento sólo trataron, por todos los medios posibles, de adquirir derechos para obtener la propiedad de perímetros mineros que posteriormente tuviesen que ser respetados por el futuro reglamento. Lo difícil que era compaginar los diversos intereses políticos y económicos de las naciones europeas en este país retrasaron hasta el año 1914 la publicación del Reglamento minero, que fué producto de laboriosas negociaciones. En él se creó una Comisión arbitral, presidida por un Superárbitro, Magistrado noruego, para resolver los litigios pendientes por los hechos y actos ejecutados para obtener la propiedad minera con anterioridad a su publicación, facultando al Superárbitro para poder autorizar una explotación provisional a los que reunieran ciertos requisitos y condiciones, mediante el depósito de una fianza fijada por él. A los tres



FOTOGRAFÍA 1. — Zona occidental: Monte Uixan. Explotación de las chirteras.

meses de hallarse funcionando la Comisión estalló la guerra europea, por cuyo motivo suspendió sus trabajos, que no han sido reanudados hasta la fecha, retrasando con ello el desarrollo de la industria minera en este país, habiendo sido sólo autorizadas para ejecutar la explotación provisional, dentro de los perímetros que habían solicitado en esta región Oriental, cuatro Compañías que, por el orden de sus permisos, son las siguientes: Compañía Española de Minas del Rif, la del Norte Africano, la Alicantina y Setolazar.

Sólo para completar este estudio describiremos a grandes rasgos los criaderos pertenecientes a las Compañías citadas, que ya anteriormente han sido objeto de varios trabajos, principalmente de uno debido al ingeniero D. César Rubio, que, con más competencia que la nuestra, ha hecho de ellos un estudio detenido publicado en el tomo XXXII del *Boletín del Instituto Geológico*.

### CRIADEROS DE HIERRO

Hemos indicado que ocupan la zona Norte del macizo de Beni-bu-Ifrur, y que los tipos y composición de sus minerales varían variando de Levante a Poniente.

Atendiendo a estas variaciones, pueden considerarse dividido en tres grupos principales, que son:

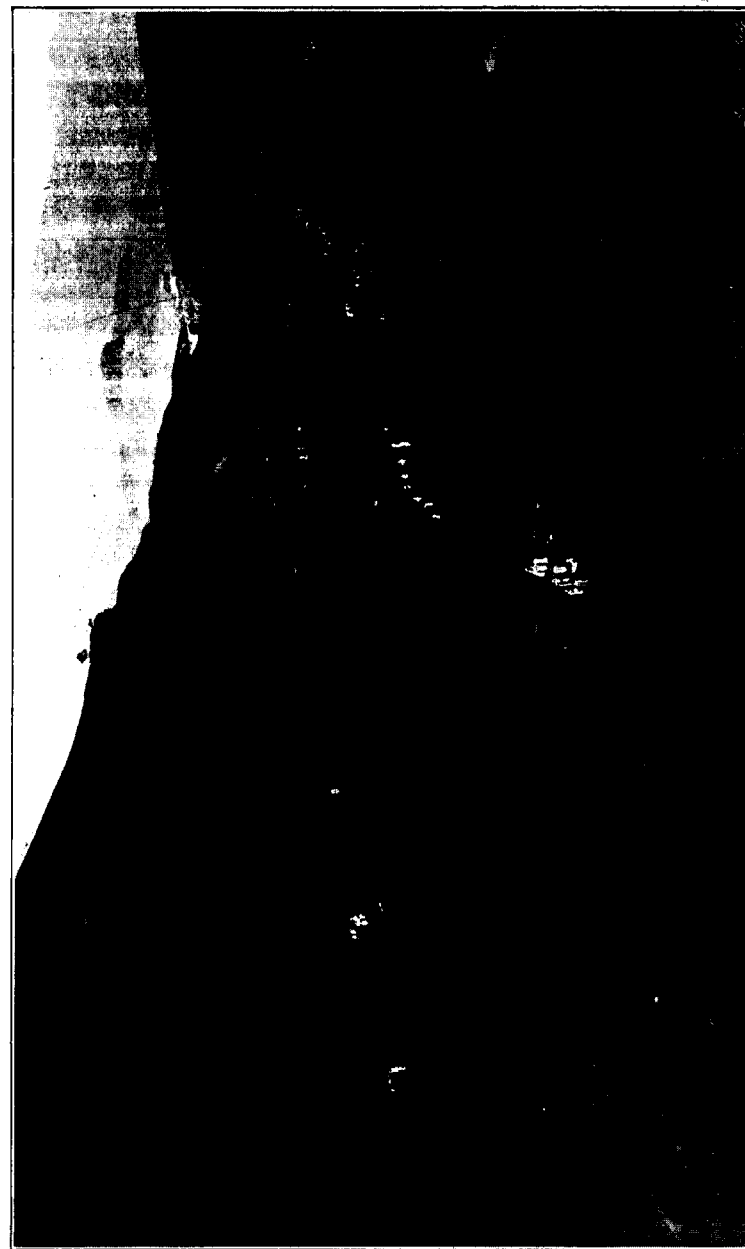
Grupo occidental del Uixan, explotado por la Compañía Española de Minas del Rif.

Grupo central de Iberkanen y el Bocoya, explotado por la Compañía Setolazar.

Grupo oriental de los montes del Hassao, que explotan las Compañías Norte Africano y Alicantina.

**Grupo occidental.**—Están situados los criaderos de este grupo en los montes denominados Uixan y Axara, que quedan separados por el barranco que da origen al río Uixan (fot. 1).

La parte más importante del criadero está enclavada en el pico de estos montes, donde aparecen ocho grandes crestos principales que desde la cota 670, donde se asienta el denominados



FOTOGRAFÍA 1. — Zona occidental: Monte Uixan. Explotación de las chirteras.

*Reina Victoria*, descienden hasta la 320, en la que se halla enclavado el crestón *Princesa María Cristina*.

Todo el mineral que encierran los afloramientos es muy homogéneo, y está constituido por hierro magnético y hematites roja, unidos en distintas proporciones, aunque siempre con predominio de la última. Su textura es compacta, de grano fino, de color azulado en su fractura reciente, y de densidad próxima a 4,5. En algunos lugares, el mineral es algo piritoso.

Los análisis efectuados en distintos laboratorios han dado siempre una ley muy elevada en hierro metálico, habiendo llegado en algunas muestras al 68 por 100, y no habiendo descendido nunca del 60 por 100.

A continuación publicamos un análisis completo de estos minerales, hecho por la casa *Pattinson et Steed* de Middlesbroug:

Secado a 212° F.	
Peróxido de hierro.....	83,471 por 100.
Protóxido de hierro.....	12,150 »
Protóxido de manganeso.....	0,186 »
Alúmina.....	0,100 »
Cal.....	indicios
Magnesia.....	0,973 »
Sílice.....	1,200 »
Sulfato de barita.....	nada
Barita.....	nada
Azúfre.....	0,096 »
Ácido fosfórico.....	0,030 »
Óxido de cinc.....	nada
Idem de cobre.....	indicios
Idem de níquel y cobalto.....	nada
Idem de plomo.....	indicios
Arsénico.....	0,010 »
Ácido carbónico.....	0,300 »
Agua combinada.....	1,450 »
	99,966 por 100.
Hierro metálico.....	67,088 por 100.
Fósforo.....	0,013 »
Humedad en la muestra recibida... ..	1,12 por 100.

El criadero es de forma sumamente irregular, presentándose sus principales crestones separados entre sí, pero siguiendo una dirección general aproximada de Suroeste a Nordeste, en el Monte Uixan.

La discontinuidad que hay entre los crestones es debida en gran parte a la erosión, pero también parecen haber influido en ella los últimos movimientos acaecidos en la región, que han dislocado los terrenos, rompiendo la regularidad del criadero, cuya génesis es, sin duda, anterior a los citados movimientos.

El mineral se encuentra muchas veces siguiendo el contacto entre las pizarras y las calizas, otras entre las calizas con el hipogénico, y alguna vez descansando directamente sobre este último, sin ninguna otra roca en su contacto.

Dos son las opiniones emitidas acerca de la formación de estos yacimientos por los ingenieros que los han visitado; unos opinan que son debidos a una acción metasomática ejercida por manantiales hidrotermales ferruginosos sobre las calizas, y otros creen que proceden de un metamorfismo de contacto.

Sin duda ha conducido a su hipótesis, a los primeros, la asociación que existe en algunos crestones, del mineral de hierro con la caliza en contacto con las pizarras, en una forma que pareciera indicar que el carbonato de cal ha sido substituído total o parcialmente por el de hierro, al circular los manantiales ferruginosos hidrotermales sobre las pizarras impermeables, y la transformación posterior en óxido de este carbonato, por la acción atmosférica exterior. Conviene hacer notar que, generalmente, las pizarras presentan en el techo y las calizas en el muro.

Parece apoyar la hipótesis de los segundos, el encontrarse mineral magnético, que es el típico de los criaderos de contacto; ausencia del carbonato de hierro; la estructura marmórea tomada por las calizas de la vertiente septentrional del Uixan, que aclaramente una acción metamórfica; y el hallarse siempre las masas de mineral en contacto más o menos visible con el hipogénico pues aunque en algunos crestones no aparece al exterior, es indudable que existe en profundidad, como se ha puesto de manifiesto

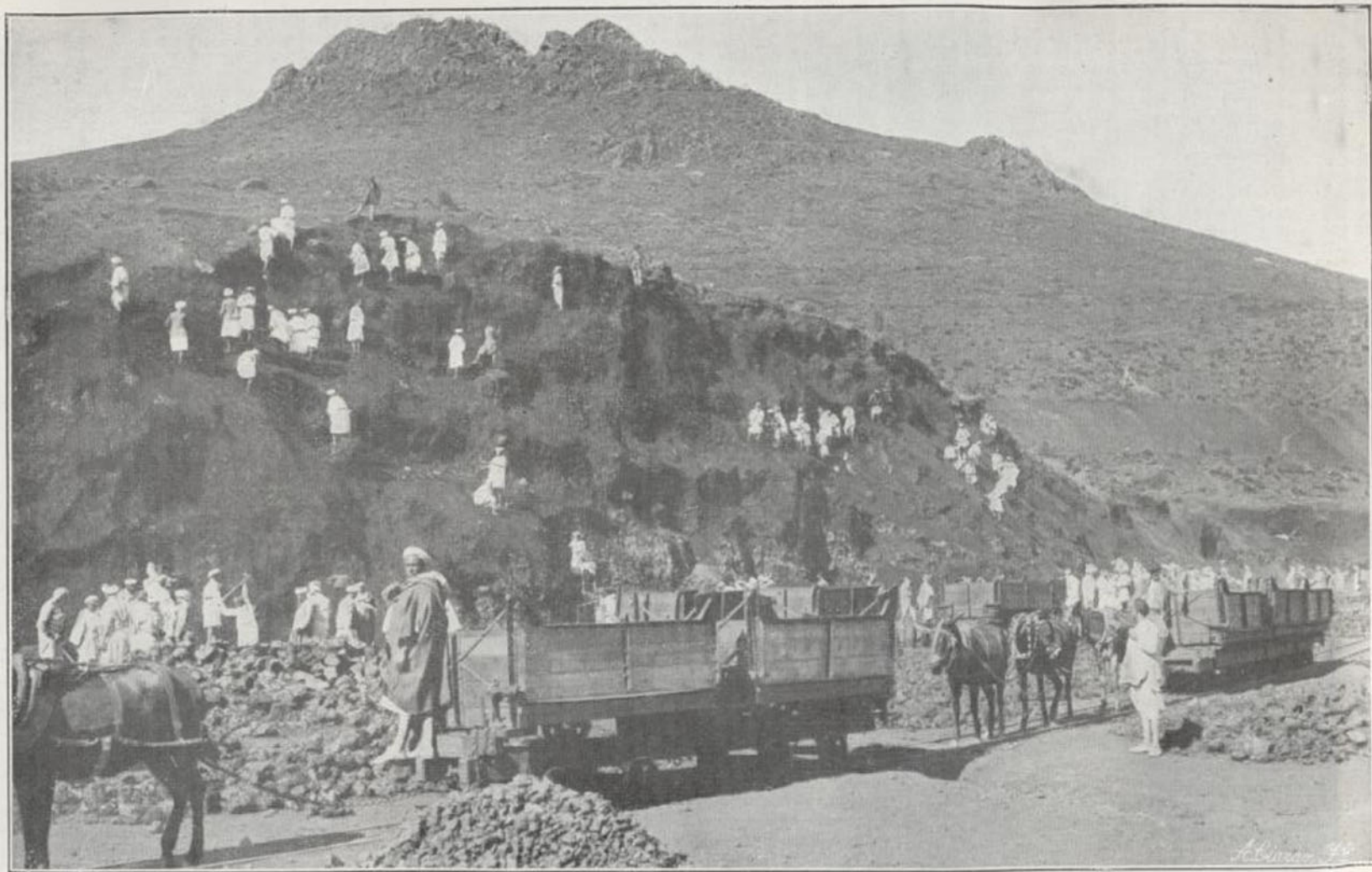
en el crestón de Sidi-Brahín, en el que antes de comenzar la explotación sólo se presentaba al exterior el mineral en el contacto de las pizarras con las calizas, y en el que los trabajos ejecutados posteriormente han puesto de manifiesto la existencia del contacto con el hipogénico en profundidad.

En el crestón *Princesa de Asturias* se observa que el mineral que está en contacto directo con la caliza se presenta bajo el aspecto de hierro oligisto, cuya formación se puede obtener experimentalmente por una precipitación del percloruro de hierro en presencia de la calcita, indicando la actuación de los cloruros, más bien una acción pneumotolítica, propia de los criaderos debidos al metamorfismo de contacto. El mineral piritoso se presenta a veces en fajas, otras en nódulos o bolsadas, sin seguir ley ninguna a primera vista; sin embargo, en las zonas superficiales y en las profundas que presentan menos compacidad y dureza la pirita ha desaparecido por completo, lo que acusa que la desulfuración ha sido motivada más bien por los fenómenos de oxidación y disolución, ocasionados por los agentes exteriores, haciendo sospechar que el mineral en su origen debió ser todo piritoso.

El criadero guarda semejanzas, como hemos visto, con los yacimientos debidos al metamorfismo de contacto, cuyo ejemplo clásico es el de Banat; pero la ausencia de los gránates y la fluorina que se consideran como elementos característicos del grupo, restan alguna fuerza a esta hipótesis e inclinan a considerar a este criadero quizás como un primer paso de tránsito en el que la acción pneumotolítica ha sido ya menos importante que en el citado como clásico de Banat. Además de los crestones de mineral firme, constituyen parte importante del criadero los residuos debidos a su erosión que han dado lugar al pie de aquéllos, y en el fondo del valle, principalmente en las vertientes del Sudeste del Uixan, a grandes depósitos de mineral grueso y menudo (chirtas).

En el monte Axara las masas de mineral tienen menos importancia, hallándose todas ellas descansando sobre el hipogénico y existiendo sólo en el crestón *Reina Mercedes* la caliza dolomítica.





FOTOGRAFÍA 2. — Grupo occidental: Explotación de chirteras en el Uixan. En la cumbre el crestón Alfonso XIII.

Encontrándose casi todo el mineral al descubierto, la explotación se verifica a roza abierta, abriéndose canteras que en los crestones tienen una altura de 20 metros, y en las chirteras, por ser el terreno más blando, de 10 metros.

Hoy en día, la vía superior está en la cota 430, atacando el crestón *Príncipe de Asturias* y parte del *Alfonso XIII*. En este nivel se encuentra la cabeza accidental del plano inclinado principal, que vierte el mineral sobre un depósito cuya capacidad es de 5.000 toneladas (fot. 2).

Sobre este mismo depósito vierten los vagones del nivel inferior de la mina, situado en la cota 310.

Un cable aéreo de 2.500 metros de longitud, sistema Roe, capaz de transportar 150 toneladas por hora de trabajo, conduce el mineral a un depósito cuya capacidad es de unas 40.000 toneladas.

La carga en el ferrocarril se verifica directamente sobre los vagones que penetran en dos túneles practicados en la parte inferior del citado depósito.

El ferrocarril para el transporte del mineral al puerto de Melilla tiene una longitud de 24 kilómetros, con un ancho de vía de un metro, y carril de 32,50.

En el puerto de Melilla está proyectada la construcción de un cargadero capaz de cargar 750 toneladas por hora.

**Grupo central.**—Los criaderos pertenecientes a este grupo están situados sobre la faja de terrenos mesozoicos, que orientada Norte-Sur, comienza al Norte, en las proximidades del poblado de Iberkanen, para terminar al Sur en los montes calizos que dominan el zoco del Jemis.

Estos terrenos, ya descriptos en la parte geológica, se componen de calizas en su parte inferior y capas alternantes de calizas y pizarras margosas en la superior.

Las últimas son las que aquí, al ser afectadas por las rocas dioríticas, parecen haber dado lugar a los criaderos, que se presentan en forma de capas interstratificadas de minerales más o menos puros, según hayan sido los lechos calizos o los de pizarras los transformados en mineral.



FOTOGRAFÍA 2. — Grupo occidental: Explotación de chirteras en el Uixan. En la cumbre el crestón Alfonso X

Esta faja ha sido reconocida principalmente en tres lugares.

Al Sur, en las vertientes septentrionales del monte *Buichmen*, en un barranco afluente del Bocoya, por su orilla derecha; en la parte central en un barranco que vierte en la margen izquierda del mismo arroyo, al Norte del camino que conduce del zoco del Jemis al monte Axara, y en la zona Norte, que es la que en la actualidad se halla en explotación, en la colina situada al Sur del poblado de *Iberkanen*.

Los minerales más frecuentes en este grupo son las hematites rojas que tiene en algunos sitios la textura y el aspecto metálico de los minerales del grupo occidental; se presenta también algún hierro magnético y el carbonato que ha aparecido en una galería de 96 metros de longitud practicada con el objeto de reconocer el espesor del criadero en el nivel inferior de la mina *Iberkanen*. Hasta el presente en esta zona se presentan los minerales más puros de este grupo.

He aquí el análisis de varios minerales de las distintas zonas de esta región central:

#### Zona Norte.—Hematites.

Hierro.....	60	por 100
Sílice.....	9,28	>
Manganeso.....	0,020	>
Fósforo.....	0,016	>
Azufre.....	0,052	>

#### Zona central.—Hematites.

Hierro.....	61,067	por 100
Sílice.....	6,046	>
Fósforo.....	0,022	>
Azufre.....	2,088	>

#### Hierro magnético.

Hierro.....	62,019	por 100
Sílice.....	3,094	>
Manganeso.....	0,012	>
Fósforo.....	0,016	>
Azufre.....	4,035	>





FOTOGRAFÍA 3. — Grupo central: Zona Norte. Compañía Setolazar.

**Zona Sur.—Hematites.**

Hierro.....	50	por 100
Sílice.....	8,068	»
Manganeso.....	0,021	»
Fósforo.....	0,005	»
Azufre.....	0,004	»

**Hierro magnético.**

Hierro.....	55	por 100
Sílice.....	8,050	»
Fósforo.....	0,120	»
Azufre.....	3,005	»

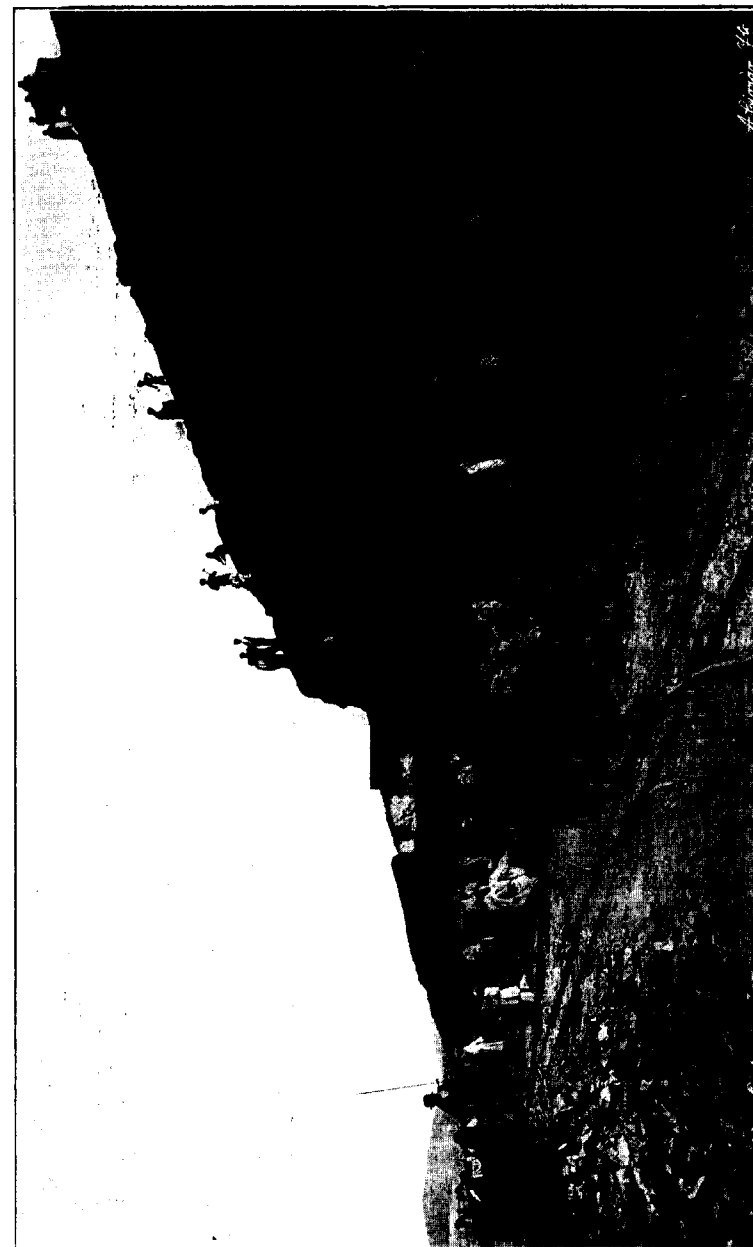
**Mineral piritoso.**

Hierro.....	53	por 100
Sílice.....	5,071	»
Manganeso.....	0,041	»
Fósforo.....	0,143	»
Azufre.....	5,027	»
Cal.....	5,075	»

En este grupo el hallazgo de los carbonatos y la disposición en que se encuentran las capas de mineral de hierro (fot. 3) parecen acusar claramente una génesis más bien de sustitución metasomática; sin embargo, la proximidad de la roca hipogénica, que siempre se encuentra en todos los trabajos efectuados hasta ahora en contacto con el mineral, o muy próxima a él, la semejanza que estos minerales tienen en algunos lugares con los de Uixan, y sobre todo la presencia de hierros magnéticos, difícil de explicar en una formación hidrotermal complica el problema.

En todos estos criaderos se advierte, desde luego, el importante papel que en su génesis representan las rocas hipogénicas; pero el hallarse éstas sumamente descompuestas en la proximidad de los yacimientos, no ha permitido hasta la fecha determinar con exactitud si sólo se trata en ellos de una o de dos clases distintas de rocas cuya determinación habrá que hacer en trabajos posteriores.

En las labores de la mina *Iberkanen* se observa, tanto en el segundo como en el tercer nivel, que las capas sedimentarias que



FOTOGRAFÍA 3. — Grupo central: Zona Norte. Compañía Setolazar.



aparecen mineralizadas, se encuentran recubiertas por una roca ígnea, que aunque muy bien pudiera pertenecer a un desbordamiento interior de las dioritas, que en diques atraviesan las capas sedimentarias, también podría suceder que perteneciese a una colada posterior a la solidificación de aquéllas.

En este último caso, la presencia de la magnetita y la hematites podría explicarse por la calcinación de las capas del carbonato al abrigo del aire, producida por el manto eruptivo.

Hasta ahora los únicos trabajos de explotación se verifican en la mina de *Iberkanen*, en donde, como hemos dicho, se ha practicado una galería de 96 metros de longitud perpendicular a la dirección de las capas, que ha reconocido cantidades importantes de mineral.

Existen otros tres niveles superiores a éste, donde se han abierto canteras de unos 15 metros de altura, en las que al mismo tiempo que se arranca el mineral, se está quitando la montera del criadero, con objeto de verificar la explotación a roza abierta en el porvenir.

Los minerales se llevan por planos inclinados, con vía de 0,50 metros, a una vía inferior que vierte sobre un depósito de unas 30.000 toneladas de capacidad, desde éste, por medio de boquillas inferiores laterales, se cargan sobre los vagones del ferrocarril de la Compañía del Norte Africano que los conduce al puerto de Melilla.

**Grupo oriental.**—Los criaderos de este último grupo están situados siguiendo la ladera occidental de los montes del Hassao, con una dirección Norte-Nordeste, Sur-Sudoeste, empezando al Norte en el barranco del Harro y terminando unos cuatro kilómetros al Sur de dicho punto, estando formados por una sola capa, intercalada entre bancos calizos dolomíticos en el muro y pizarras margosas en el techo.

Esta capa ha sufrido varias roturas e inflexiones motivadas por los últimos movimientos que han afectado a esta región. Ha sido reconocida en tres puntos principales, dos en su zona Sur, en las vertientes del valle del Jemis, que pertenecen a la mina *Alican-*

lina, y el otro en la ladera oriental del barranco del Harro, dentro del perímetro de la Compañía del Norte Africano.

Las fallas que rompen la continuidad de este criadero están orientadas en dirección aproximada Levante a Poniente, y generalmente, al atravesar la masa de hierro, van tapizadas de cristales de baritina y mineral de plomo, indicando claramente la relación que existe entre estas fallas y uno de los sistemas de filones de plomo, cuya formación es evidentemente posterior a la de los criaderos de hierro.

Los minerales que se presentan son hematites roja manganesífera, de una textura mucho más porosa y terrosa que la de los minerales de los otros dos grupos, observándose que la cantidad de manganeso va aumentando, de Sur a Norte, desde 5 por 100 a un 20 por 100.

#### Mineral de la «Alicantina».

Hierro.....	55,062 por 100
Sílice.....	3,095 »
Azufre.....	0,012 »
Fósforo.....	0,016 »
Manganeso.....	5,004 »
Alúmina.....	0,038 »
Cobre.....	Indicios
Cal.....	0,084 »
Magnesia.....	0,016 »

#### Mineral del Norte Africano de un cruce con filón de plomo.

Hierro.....	34,046 por 100
Manganeso.....	20,050 »
Plomo.....	10,062 »
Cobre.....	0,025 »
Cinc.....	1,007 »

El carácter de estos minerales, el hallarse siempre en el contacto de la caliza y las pizarras, aunque en sus proximidades se observa también la roca ígnea, inclinan también a creer más bien en un criadero de sustitución metasomática.

Es interesante hacer notar que en la mayoría de los casos el techo está formado por pizarras, formando el muro las calizas.

En la *Alicantina* la explotación se verifica a roza abierta, habiéndose ejecutado las labores más importantes en su zona Sur, llevando los minerales por un plano inclinado a una vía situada en el valle del Jemis que los conduce a un depósito de una capacidad aproximada de 10.000 toneladas, a cuyo pie es cargado el mineral en los vagones del ferrocarril del Norte Africano que lo transporta al muelle de Melilla.

En el Norte Africano la explotación es subterránea en su mayor parte, siendo hasta la fecha laborés más bien de reconocimientos, aunque se ha arrancado una buena parte del mineral descubierta. El mineral es conducido por una vía hasta la estación de las minas de plomo de Afra, en donde se carga en el ferrocarril del Norte Africano.

Las analogías que existen en los tres grupos de criaderos que hemos examinado respecto a su yacimiento, conducen a sospechar que el origen de los tres grupos debe ser el mismo. Pero la existencia del carbonato y el hierro magnético no tiene, como hemos indicado, explicación satisfactoria, pues el carbonato es un mineral que acusa claramente un origen hidrotermal, y, en cambio, el hierro magnético tiene que estar formado en un centro reductor. Sólo podría explicarse la coexistencia de ambos minerales en un mismo criadero, considerando a la magnetita formada por transformación directa del carbonato ferroso, calcinado al abrigo del aire, transformación que admite el geólogo americano Dana. También podría haber pasado el carbonato a la magnetita por intermedio de las hematites, transformándose el carbonato en hematites parda, que por deshidratación podría pasar a la roja, y ésta dar lugar a la magnetita de una manera análoga a como sucede con los minerales de hierro escandinavos, en los que el oligisto se transforma en magnetita a lo largo de granulitas transversales, cuya acción reductora se pone así de manifiesto.

Pero para todas estas transformaciones es necesaria la acción de rocas ígneas con posterioridad a la formación del yacimiento. Aquí parece indudable que la venida del hierro ha sido producida por las dioritas, teniendo que existir una segunda erupción, que



FOTOGRAFÍA 4. — Grupo central: Zona Norte. Compañía Setolazar, En el fondo el cargadero de minerales.

quizás pueda corresponder a las andesitas, para poder efectuar la transformación anteriormente expuesta.

Desde luego, a grandes rasgos, los criaderos parecen también encontrarse siempre en las proximidades de la erupción andesítica, que en la zona del Uixan sigue toda la parte Norte, pasa por las cercanías de *Iberkanen* y penetra por los altos de Bogarara, para bordear por Poniente la zona de Afra y la Alicantina.

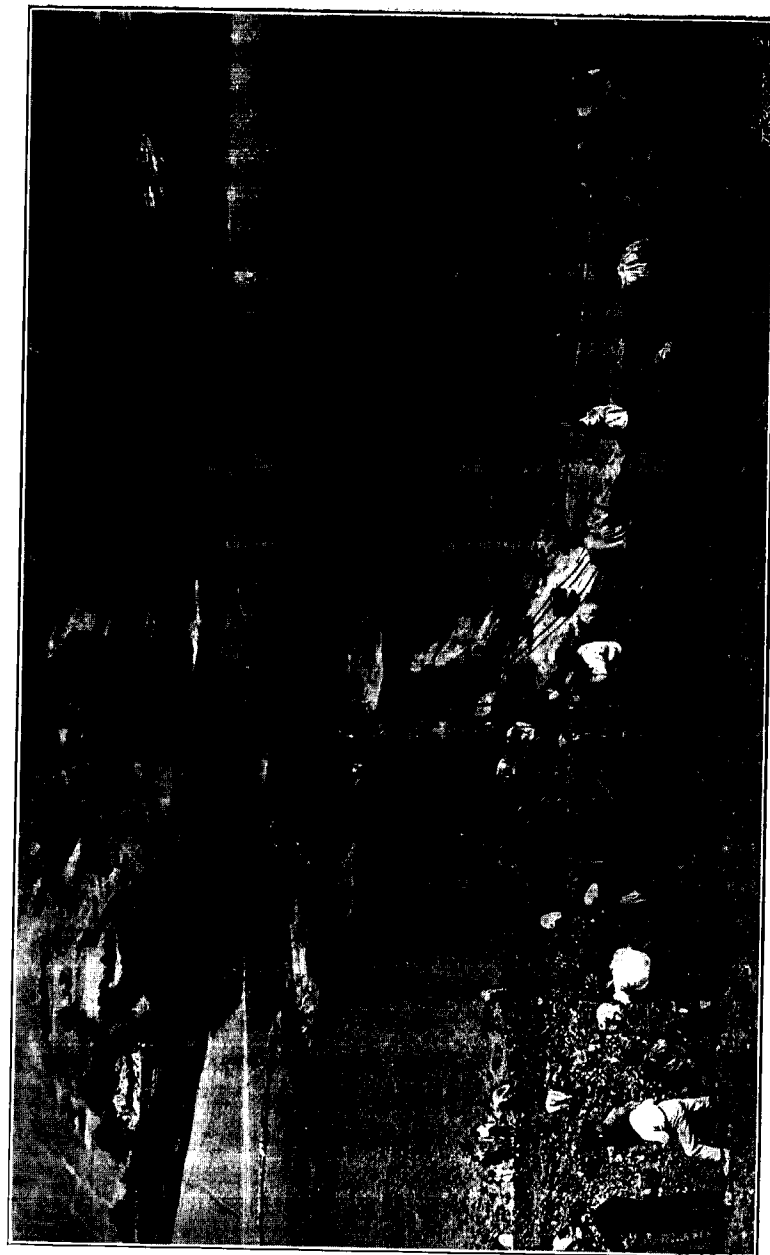
La descomposición sufrida por estas rocas nos ha impedido hasta ahora reconocerla en los criaderos, y, por lo tanto, no podemos afirmar que la transformación indicada haya podido tener lugar.

En caso afirmativo, nos inclinaríamos a admitir la formación de todos estos criaderos como de origen metasomático (fot. 4).

Su edad tendría que estar comprendida entre la aparición de las dioritas y las andesitas.

Como consecuencia de carácter práctico, que parece deducirse de todas las observaciones expuestas, puede consignarse que los criaderos aparecen siempre en los afloramientos de los terrenos antiguos que están en relación con las rocas hipogénicas, que en la zona Norte, donde los movimientos y erupciones han sido más violentos, acusados por un metamorfismo más intenso, se encuentran los hierros oligistos micáceos; que más al Sur, pero dentro todavía de la zona de roturas, se hallan los criaderos de mejores condiciones industriales, y es probable que al Sur, ya en la zona de pliegues, los criaderos pierdan importancia por la carencia de las rocas ígneas.

De esto debe deducirse que, en la zona de la cabila de Benituzin, que termina en el mar, en el cabo de Quilates, cuya saliente, como ya indicamos en la Orografía, es probable sea debida también a un cruce o encuentro de los pliegues terciarios con los anteriores, es natural que las mismas causas produzcan los mismos efectos, y se repita lo mismo que sucede en la zona de Guelaya, dando lugar a criaderos importantes, lo que parece comprobado por los relatos de los indígenas y por las muestras de mineral que traen de aquellos lugares, y ha sido causa de la infinidad de denuncias que pisan aquella zona.



FOTOGRAFIA 4. — Grupo central: Zona Norte. Compañía Setolazar. En el fondo el cargadero de minerales.

## CRIADEROS DE PLOMO

Hemos indicado que los criaderos de plomo, y excepcionalmente de cinc, se encuentran en la cabila de Beni-bu-Ifrur sobre dos fajas, orientadas próximamente Norte-Sur, situadas, respectivamente, en los extremos oriental y occidental del macizo.

En la faja oriental, única en que existen trabajos de reconocimiento suficientes para poder dar idea de su importancia, radican los criaderos en las vertientes orientales del monte Afra, y son explotados por la Compañía del Norte Africano.

Están constituidos por un grupo de filones, que, prescindiendo de detalles locales, se alinean según tres direcciones generales o sistemas principales, que aproximadamente vienen orientados: el primero, Nordeste a Suroeste, con buzamiento al Noroeste; el segundo, Norte-Sur, con buzamiento al Oeste, y el tercero, Este-Oeste, con buzamiento al Norte. Estos sistemas tienen, como vamos a ver, bastantes caracteres comunes, presentándose, en general, como interestratificados en las pizarras, con el aspecto de filones capas; pero en algunos sitios cortan la estratificación, en otros siguen la zona de contacto con el hipogénico, y á veces parecen penetrar también en éste.

Al primer sistema pertenece el filón situado más al Noroeste, sobre el que se hallan los trabajos 2 y 21.

Las características de este filón, observadas en los citados trabajos, son las siguientes: su dirección es Nordeste a Suroeste, con un buzamiento de 40 a 45° al Noroeste; tiene una potencia sumamente irregular, que ha oscilado entre 0 y 3 metros; en general, lleva el techo y el suelo en pizarras, que a veces se presentan arcillosas, otras veces cloríticas, otras muy magnesianas y untuosas al tacto y, en general, muy metamórficas. En algunos sitios tiene el techo formado por roca hipogénica, y en aquel momento, que es excepcional, parece un filón de contacto. El relleno está constituido como ganga, de mucha baritina e hidróxidos de hierro y un silicato de cal y magnesia, y sólo como rareza se presenta el cuarzo.



Los minerales son carbonato de cinc y galena, de grano fino u hojoso, pobre en plata. A veces, como accidente, se ven concentraciones de hidrosilicato de cinc y algunas pequeñas manifestaciones de malaquita, que acompañan siempre al filón. El mineral se presenta repartido, muy irregularmente, en forma de bolsadas y amígdalas, escasamente en vetas regulares. Los minerales de cinc y plomo se presentan sin obedecer a ley ninguna; pero el cinc sólo aparece en estos criaderos en la zona Norte y en las proximidades del cruce de este filón con otro que pertenece al tercer sistema, y que ha hecho saltar al primero hacia el Norte.

Al segundo sistema pertenece el filón próximo al anterior, que ha sido investigado con el trabajo 7, y también lleva la misma dirección el denominado filón *Chacal*, cuyo afloramiento se descubre más al Sur, en la parte alta de la cuenca del Harro, a lo largo de la cresta de su vertiente oriental.

En el trabajo 7, las características del filón son: dirección aproximada Norte-Sur con buzamiento al Oeste y una potencia aproximada a dos metros, se presenta en el contacto de las calizas con una especie de brecha eruptiva que tiene trozos de pizarra, caliza y cantos eruptivos; el muro es de caliza. El relleno está formado de baritina y calcita, principalmente con óxido de hierro, y muy manchado todo de óxido de manganeso, encontrándose tierras muy cargadas de este mineral, como ganga. La mena es la galena que se presenta en bolsadas y amígdalas.

Al tercer sistema pertenecen el filón explotado más al Sur, en las minas de Afra, sobre el que están situados los trabajos 1, 5 y 14; otro próximo a éste, al Norte, que ha sido investigado con el trabajo 9, y el cruzante de que antes hemos hablado, más al Norte, en donde se encuentra el cinc en el trabajo 21.

Las características observadas en el trabajo 21 son las mismas que hemos indicado al hablar del filón del primer sistema, pues está solamente reconocido en la zona de cruzamiento. La mineralización predominante es el carbonato de cinc. De este sistema el filón más reconocido es el del Sur, sobre el que están los trabajos 1, 5 y 14; su dirección aproximada es, como hemos dicho,

de Levante a Poniente, con buzamiento al Norte; tiene una potencia de 1,50, por término medio, y arma en pizarras. La ganga del relleno está formada de baritina, cuarzo y caliza, hallándose el cuarzo con preferencia en la zona Este. El mineral, que es la galena, se presenta en bolas y en forma lenticular, habiéndose encontrado una bolsada con un espesor en galena de tres metros, en algunos sitios.

Estos criaderos tienen, como vemos, las condiciones generales de todos los filones comprendidos en terrenos quebradizos y descompuestos, es decir, que son irregulares, ramificados, lenticulares y, a menudo, se encuentran las grietas llenas de trozos del terreno encajante, que le dan el aspecto de una verdadera brecha. Como siempre, se observa una descomposición más marcada en la roca del techo que en la del muro, que se presenta mucho más dura y firme.

En realidad, las condiciones de los tres sistemas de filones que hemos admitido son muy semejantes; en cuanto a las gangas, se observa que en todas predomina la baritina; pero en el primero el cuarzo es excepcional, en el segundo abundan los óxidos de hierro y manganeso, y en el tercero el cuarzo predomina, sobre todo en la zona de Levante. Respecto a la mineralización, en todos ellos se presenta muy semejante, con el mismo tipo de galena.

En cuanto a la repartición del plomo y del cinc, sólo se halla el segundo en las proximidades del crucero del tercer sistema con el primero, y parece debido al filón del tercer sistema; pero éste se halla tan poco reconocido fuera de la zona del cruce, que nada puede asegurarse. La calamina procede de la alteración y oxidación, por encima del nivel hidrostático y en la proximidad de las calizas con las blendas que, seguramente, se encontrarán por debajo de aquel nivel. La galena que acompaña a la calamina ha resistido mejor a la alteración, pero, sin embargo, en algunos sitios se ha formado algo de cerusita. El nivel hidrostático se halla a 35 metros sobre el nivel del mar. Como sucede también en los criaderos análogos de Orán, los minerales de cobre acompañan también, pero en muy poca cantidad, a los de plomo y cinc.

Se trata, pues, de yacimientos sulfurados complejos, que se han formado en las diversas zonas de fácil circulación de las aguas subterráneas, es decir, en las roturas y diaclasas, en las juntas de estratificación, en donde toman el aspecto de mantos, y siguiendo el contacto de las calizas con las pizarras impermeables.

Respecto a la edad de formación de estos criaderos, parece indudable que están en relación con las rocas ígneas de sus proximidades y, por lo tanto, se han formado seguramente durante el terciario. Se comprueba que, los que llevan dirección de Levante a Poniente, son posteriores a los norteados, pues hacen saltar a éstos, y también se observa que las fallas que rompen la continuidad del criadero de hierro de la zona oriental llevan una dirección aproximada de Levante a Poniente, y en algunos sitios, como en la zona explotada por la Compañía del Norte Africano, vienen tapizadas por baritina con minerales de plomo, lo que indica que esta formación de los plomos es posterior a la de los hierros. El aparecer en el filón que hemos considerado del segundo sistema la ganga con abundantes tierras ferruginosas y manganíferas demuestra que las corrientes de las aguas subterráneas tomaron del criadero de hierro esos elementos.

Por otra parte, es frecuente hallar trozos de galena incrustados entre las pizarras, en las zonas en que éstas se encuentran rotas, procedentes sin duda de las cabezas de los filones que, por lo tanto, se hallaban formados con anterioridad a los últimos movimientos. Por estas consideraciones debe deducirse que la formación tuvo lugar entre el eoceno y el plioceno, y lo probable es que sea miocena.

La Compañía del Norte Africano, que explota estas minas, ha instalado en su proximidad un taller de preparación mecánica para tratar 70 toneladas diarias. Los minerales son conducidos puerto por medio de un ferrocarril, propiedad de la misma Compañía, que es el que transporta también los minerales de hierro de los grupos central y oriental. Tiene un ancho de vía de 0,60, el carril, que en un principio era de 12 kilogramos, se va substituyendo por el de 18 kilogramos.

Damos a continuación el resultado de algunos análisis de los minerales de este importante coto minero:

#### Calamina del filón 21.

Sílice.....	0,54 por 100
Cobre.....	0,10 »
Plomo.....	0,06 »
Cinc.....	48,73 »
Hierro.....	1,34 »
Alúmina.....	0,12 »
Manganeso.....	0,68 »
Cal.....	0,72 »
Magnesia.....	0,29 »
Azufre.....	0,16 »
Oxígeno.....	13,08 »
Pérdidas calcinación.....	34,17 »

#### Calamina del filón 2.—Avance Sur.

Cinc.....	36,10 por 100
Plomo.....	1,23 »
Hierro.....	9,48 »
Cobre.....	0,17 »

#### Mineral complejo del trabajo 38.

Hierro.....	34,46 por 100
Manganeso.....	20,50 »
Plomo.....	10,62 »
Cobre.....	0,25 »
Cinc.....	1,07 »

#### Mineral de plomo.—Entre filones 1 y 7.

Plomo.....	79 por 100
Plata.....	694 gms. en tonel. <sup>a</sup>

#### Mineral de plomo. Pozo 5.—Galería.

Plomo.....	82,35 por 100
Plata.....	92 gms. en tonel. <sup>a</sup>

## ESTUDIO PETROGRÁFICO

DE LAS

### ROCAS HIPOGÉNICAS DE MARRUECOS <sup>(1)</sup>

---

Las rocas hipogénicas en la parte hasta ahora estudiada de la zona de Melilla tienen excepcional importancia, no sólo por cubrir más de la mitad del terreno que abarca la Guelaya, sino también por guardar íntima relación, algunas de ellas, con los criaderos de hierro y plomo en las montañas del Uixan y de Afra; por formar grandes macizos, en donde se pueden obtener buenas piedras de construcción y por presentar su aparición una íntima conexión con la tectónica de la comarca.

En la zona atlántica desde Larache a Tánger, y en la mediterránea de Tetuán a Ceuta, los asomos hipogénicos presentan poca extensión, pero ofrecen gran interés por su relación con la constitución geológica de la comarca y por su semejanza con otras rocas hipogénicas de la Península; semejanza que puede arrojar mucha luz sobre grandes y discutidos problemas geológicos, como son la formación del estrecho de Gibraltar y del Mediterráneo.

Estas consideraciones que acabamos de hacer nos mueven a intentar hacer un estudio petrográfico de las rocas hipogénicas de Marruecos, aportando datos y primeras impresiones que pueden servir, recogidos por personas más competentes, no sólo para re-

---

(1) Las preparaciones al microscopio que nos han servido para este estudio han sido ejecutadas en el Instituto Geológico. Las fotografías que se unen a este trabajo también han sido hechas en el Instituto por el Sr. Miláns del Bosch.

solver problemas de geología pura, sino también problemas industriales de gran interés práctico.

Sólo como un avance se puede considerar el estudio que a continuación sometemos al juicio de los lectores. Más adelante nos proponemos hacerlo completo, yendo a la determinación de todas las propiedades ópticas de los minerales componentes de las rocas; pero con objeto de no retrasar la publicación de los estudios que ya tenemos hecho sobre la petrografía marroquí, no todos suficientemente comprobados, nos atrevemos a llevarlos a la imprenta, con la idea de que tal vez su conocimiento pueda ser útil a los que se ocupen de estos asuntos y a los industriales que quieran trabajar en esta región; y si somos motivo de algún beneficio para la zona de nuestra influencia en Marruecos, ¿no nos perdonarán los lectores los errores que hayamos podido cometer en el transcurso de nuestro estudio?

Vamos a comenzar el trabajo por la publicación del resultado del examen de las rocas al microscopio, tratando separadamente las de los distintos macizos montañosos que forman parte de la zona estudiada; a continuación de cada uno de estos trabajos hacemos algunas consideraciones sobre el proceso eruptivo y edad de las rocas hipogénicas respectivas, y al final, y como resumen de todos estos estudios parciales, publicamos un trabajo sintético en el que hacemos algunas consideraciones generales sobre las propiedades físicas, químicas y ópticas de las rocas y sacaremos algunas consecuencias que guardarán relación con la geología y tectónica de la comarca.

En el trabajo hemos intercalado algunas fotografías de colores y otras en negro que ayudarán a la comprensión del texto. Nos hemos valido de las primeras para aquellas rocas en que es preciso hacer resaltar sus minerales componentes, y de las segundas para hacer ver la textura de las rocas o aquellas propiedades de los minerales no basadas en el color.

La principal dificultad con que se tropieza en todo estudio de rocas es el de la clasificación de las mismas. Por un lado el deseo natural de encasillar las rocas, con objeto de que sean más fáciles

los estudios comparativos que sirven para guiar al geólogo en sus apreciaciones. Por otro lado, las dificultades que ofrecen estas clasificaciones en la Naturaleza por ser las rocas agrupaciones muy variables de minerales y no obedecer en su constitución a ley alguna.

La contraposición del deseo de los geólogos con lo que ocurre en la Naturaleza, ha traído consigo los muchos ensayos que se han hecho y los muy diferentes criterios seguidos por los petrógrafos para establecer los principios de una buena clasificación. Los tránsitos que hay de unas rocas a otras, aun en una misma erupción, y las diferentes alteraciones que estas rocas sufren, hace por completo imposible dar nombre a todas las rocas que forman la corteza terrestre. Unos petrógrafos han dado más preferencia a los elementos constituyentes, otros a la textura, muchos a la edad, algunos a la composición química, y otros, como los americanos, con Iddings a la cabeza (1), han ideado un sistema general de clasificación, fundado en la composición química y en la composición mineralógica de las rocas, dando la preferencia a la primera. Con ser la clasificación más completa de todas, se le han hecho varias objeciones, como es el ser preciso la elección de ejemplares libres de metamorfismo, y sobre todo que es una clasificación complicada que exige muchos trabajos de gabinete y que no siempre, como sucedía con las otras clasificaciones, da completa idea de la roca.

Nosotros seguiremos en principio la clasificación de MM. Fouqué y Michel Levy, modificada ligeramente por el Comité francés de Petrografía. Nosotros juzgamos que las clasificaciones sólo tienen por objeto englobar las rocas en grandes grupos, y luego en cada uno de éstos hay que definir bien los caracteres peculiares de las rocas agrupadas, haciendo un examen crítico de conjunto de todas ellas; pues a veces en ciertas particularidades de la textura, en ciertas propiedades ópticas de los minerales que la forman, en la presencia continua de algún elemento, etc., hay que

(1) Iddings: *Igneous Rocks*, vol. I, páginas 394 y siguientes.

ver los caracteres precisos para llegar a encontrar lo que llaman algunos petrógrafos el aire de familia de las rocas, o sea para definir una provincia petrográfica; resultando de este estudio que pueden constituir una provincia rocas que se presentan muy distantes en la corteza terrestre, pero que, habiéndose deducido de un detenido estudio micrográfico que tienen el mismo origen y edad, dan datos muy interesantes para la concepción de la tectónica del mundo.

Los métodos de trabajo, las convenciones y las características de los distintos aparatos que nos han servido en los estudios microscópicos son los adoptados por nuestro maestro D. Domingo de Orueta en su libro *Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda*.

Comenzaremos la descripción de las rocas por el macizo montañoso del Gurugú, por presentar la erupción más típica de todas y porque nos ha de servir de término de comparación para la restantes.

## GURUGÚ

Las escarpadas crestas del Gurugú están constituidas por una roca bastante homogénea que, cuando está sana, presenta un color gris pardo oscuro que sirve de fondo para que se destaquen simple vista los fenocristales. Éstos tienen gran tamaño, alcanzando a veces los de feldespato 10 y 15 milímetros de longitud. Esta roca por descomposición, toma otros colores, rojo y negro principalmente. Cuando la alteración es llevada más lejos, toma la roca color verde amarillento, debido a la transformación de los elementos ferromagnéticos en clorita; acompaña a esta alteración la transformación de los feldespatos en kaolín, produciendo, en conjunto, la propilitización de la roca. Ésta a veces aparece en tongadas, y en una de las más altas peñas aparecen aquéllas formando a la manera de anticlinal con sus ramas buzando 30°, lo que parece indicar que aquellas peñas debieron formar parte del cono del volcán.

Examinadas al microscopio las rocas de la parte alta del Gurugú se las ve formadas por una pasta microcristalina de text



Fig. 1.<sup>a</sup> — Andesita de la vertiente Norte del Gurugú.

En una pasta microcristalina feldespática, de textura pilotáxica, se destacan los fenocristales de angita (20), andesina (7), magnetita (29) y hematites roja (30).

Datos ópticos: Luz natural. Objetivo «Planar» 20 mm. — 37 aumentos.



Fig. 2.<sup>a</sup> — Andesita del Norte de Atilaten (Gurugú).

En una pasta microcristalina feldespática, se destacan los cristales de andesina labrador (7), con las maclas de albita y periclasa (60) y angita (29), algunos con la macla B' (60) y magnetita (29).

Datos ópticos: Luz polarizada. Objetivo «Planar» 20 mm. — 30 aumentos.



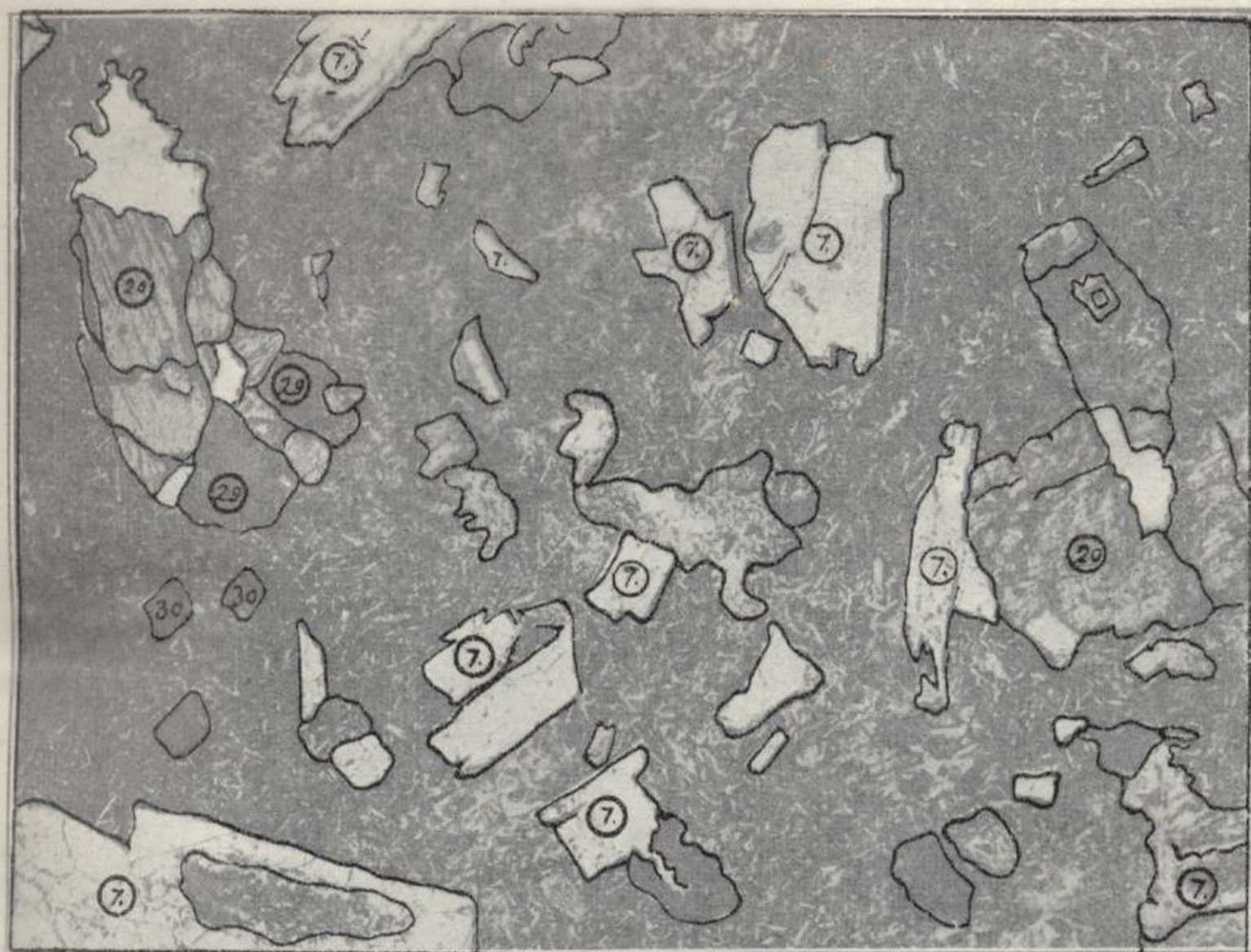


Fig. 1.<sup>a</sup> — Andesita de la vertiente Norte del Gurugú.

En una pasta microcristalina feldespática, de textura pilotáxica, se destacan los fenocristales de augita (20), andesina (7), magnetita (29) y hematites roja (30).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar» 20 mm.—37 aumentos.

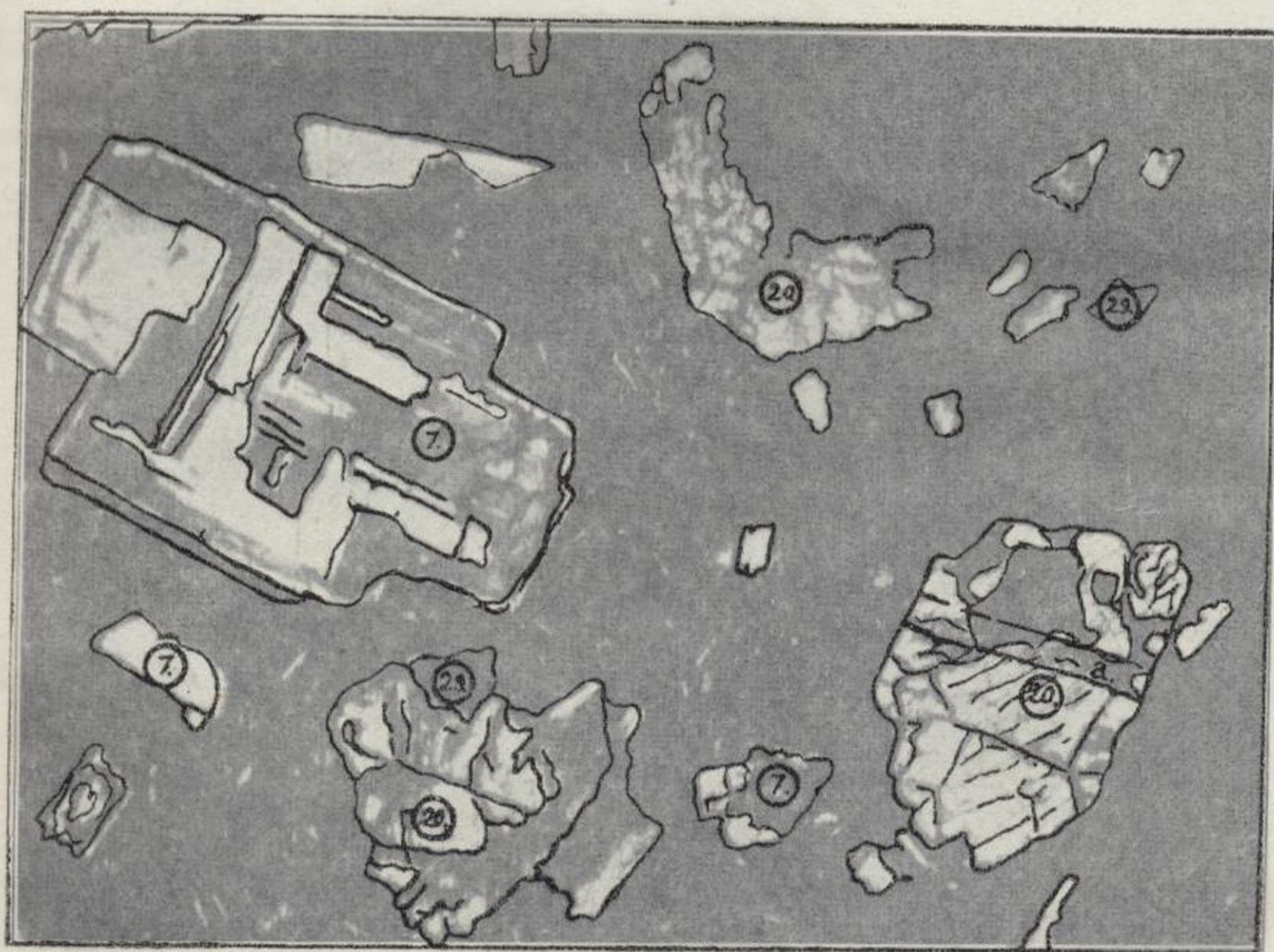


Fig. 2.<sup>a</sup> — Andesita del Norte de At-laten (Gurugú).

Una pasta microcristalina engloba cristales de andesina-labrador (7), con las maclas de la albíta y periclina, cristales de augita (20), algunos con la macla  $h'$  (a) y magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar» 20 mm.—59 aumentos.





Fig. 1.<sup>a</sup> — Andesita de la vertiente Norte del Gurugú.

En una pasta microcristalina feldespática, de textura pilotáxica, se destacan los fenocristales de augita (20), andesina (7), magnetita (29) y hematites roja (30).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar» 20 mm.—37 aumentos.

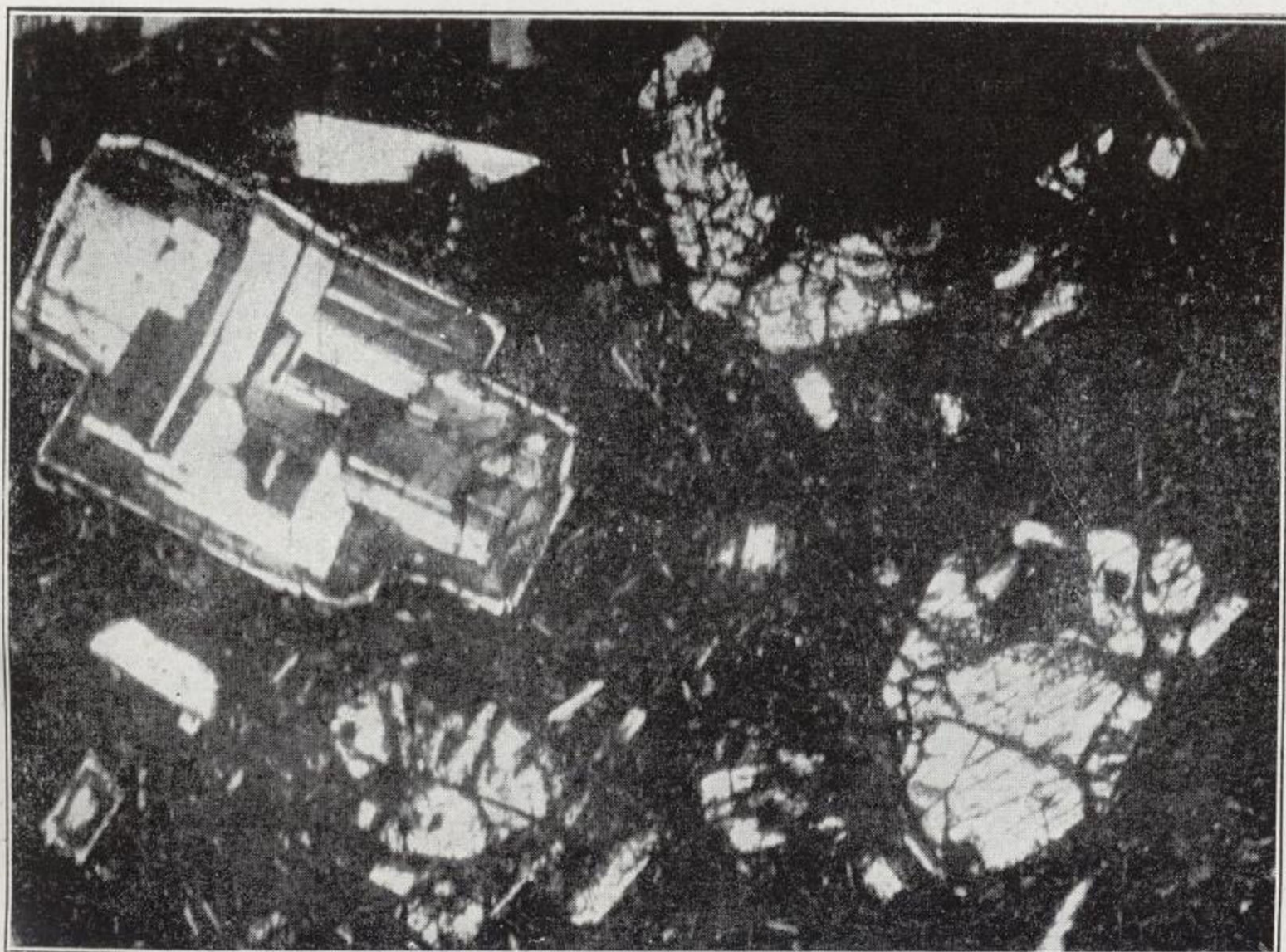


Fig. 2.<sup>a</sup> — Andesita del Norte de At-laten (Gurugú).

Una pasta microcristalina engloba cristales de andesina-labrador (7), con las maclas de la albita y periclina, cristales de augita (20), algunos con la macla  $h'$  (a) y magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar» 20 mm.—59 aumentos.



pilotáxica (fot. 1.<sup>a</sup>) formada casi exclusivamente por microlitos de feldespato, generalmente alargados, según la arista  $pg^1$ . Estos microlitos parecen alinearse alrededor de los fenocristales, formando regueros y haciendo tomar a la roca un aspecto fluidal. Se ven escasos microcristales de elementos coloreados, y cuando existen son casi exclusivamente de augita. La pasta, a la luz natural, es sumamente homogénea y presenta un color pardo pálido. Esta uniformidad de la pasta hace que los fenocristales resalten mucho. Los microlitos de feldespato son de andesina básica.

Los fenocristales de feldespato plagioclasa son muy abundantes y en general muy sanos, como se puede ver en la fotografía número 2. Presentan las maclas de la albita, la de Calsbad, algunas veces las de la periclina y más raramente la de Baveno. Por el ángulo de extinción de las líneas polisintéticas de la macla de la albita se puede apreciar que en las rocas del Gurugú hay variedades de plagioclasa, comprendidas dentro de la serie general, entre la andesina y el labrador básico; tal vez lleguen algunas, por su gran basicidad, a la bytownita. La extinción zonar en los feldespatos se observa en todas las rocas de Marruecos, habiendo algunos cristales en donde se presenta de un modo perfecto. Unas veces esta extinción zonar es rodadora y otras poligonal. Se debe este fenómeno en las rocas de Marruecos a que la composición de los feldespatos varía desde el centro a la periferia. En la fotografía número 3 se puede examinar un gran cristal de plagioclasa, que presenta en el borde la extinción zonar y en el centro una aglomeración de feldespatos en mosaico. En la fotografía se aprecian algunas grietas que debieron motivar la entrada del magma dentro del cristal y la formación de los cristales en mosaico dentro del recipiente calcosódico, influyendo éste, indudablemente, en que allí dentro la cristalización del magma se efectuara de distinto modo a como se hizo en las demás partes de la roca.

Presentan los feldespatos frecuentemente inclusiones de los elementos coloreados y ferruginosos, y a veces vetillas de hematites roja y magnetita. Los cristales de feldespato forman agrupa-

ciones por interpenetraciones de unos elementos en otros, constituyendo las ruedas características y a veces la formación de dos cristales en forma de cruz. Aunque generalmente los cristales son sanos, sin embargo es frecuente su alteración, más o menos avanzada en kaolín. Se observa esta transformación unas veces con preferencia en el centro y otras en la periferia, y no es raro observarla en el centro y periferia, mostrando una zona intermedia sin descomponerse.

Hay además aunque muy escaso, sanidino que muestra sus cruceros  $p$  y  $g'$ ; poco claros, en secciones frecuentemente paralelas a la ortodiagonal, puesto que se los ve cortar en ángulo recto. Es muy transparente y sano y presenta las resquebrajaduras características de esta variedad deformada de ortosa. Presentamos en la fotografía número 4 un cristal de plagioclasa incluido en uno de sanidino.

El elemento ferromagnésico más importante de estas rocas es la augita, que se presenta en secciones exagonales y octogonales, éstas bastante regulares por la combinación de las caras  $h'$  y  $g'$ , y en secciones prismáticas con el apuntamiento  $b^{1/2}$  característico. Presenta un color verdoso muy claro y es, apenas dicroica. Forma también grandes agrupaciones, a veces constituidas exclusivamente de este mineral, y otras de éste y feldespato, como se puede ver en la fotografía número 5. La augita se presenta macrada, según  $h'$  muchas veces, y frecuentemente presenta preciosas líneas polisintéticas, como se puede ver en la fotografía en colores número 8.

Presentan estas rocas unos cristales, cuyas formas aún se conservan; pero que han sido víctimas de un metamorfismo intenso. Como resultado de éste, aparece con preferencia la magnetita formando en la periferia una aureola y muchos trozos dispersos en el centro de lo que debió ser el primitivo cristal. Los bordes están a veces redondeados y corroídos por el magma. Se conservan aún algunos trozos de biotita, que indican, así cómo las formas cristalinicas, que de este mineral debieron estar constituidos primitivamente. A veces se ven unos globulillos de piroxeno y trozos de feldespato,

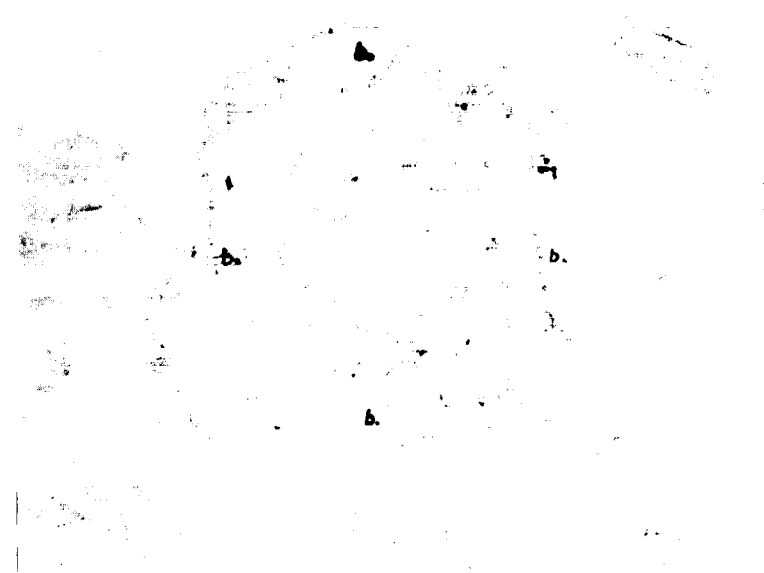


Fig. 3.<sup>a</sup> — Andésita de la vertiente Sur del Gurugú.

En una andesita con pasta microcristalina y fluidal, se observa un gran cristal de plagioclasa que sólo conserva la parte exterior con extinción zonar muy marcada, según se puede ver en la fotografía por la diferencia de claridad de las bandas  $a$  y  $b$ . Dentro de esa envolvente se presenta una agrupación feldespática en mosaico.

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nicóles cruzados. Objetivo «Planar». —45 aumentos.



Fig. 4.<sup>a</sup> — Andesita del Gurugú.

Esta fotografía representa la inclusión de un cristal de plagioclasa, probablemente andesina (7) en uno de sanidino (3), mineral este último escaso en la preparación.

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nicóles cruzados. Objetivo «Planar». —59 aumentos.



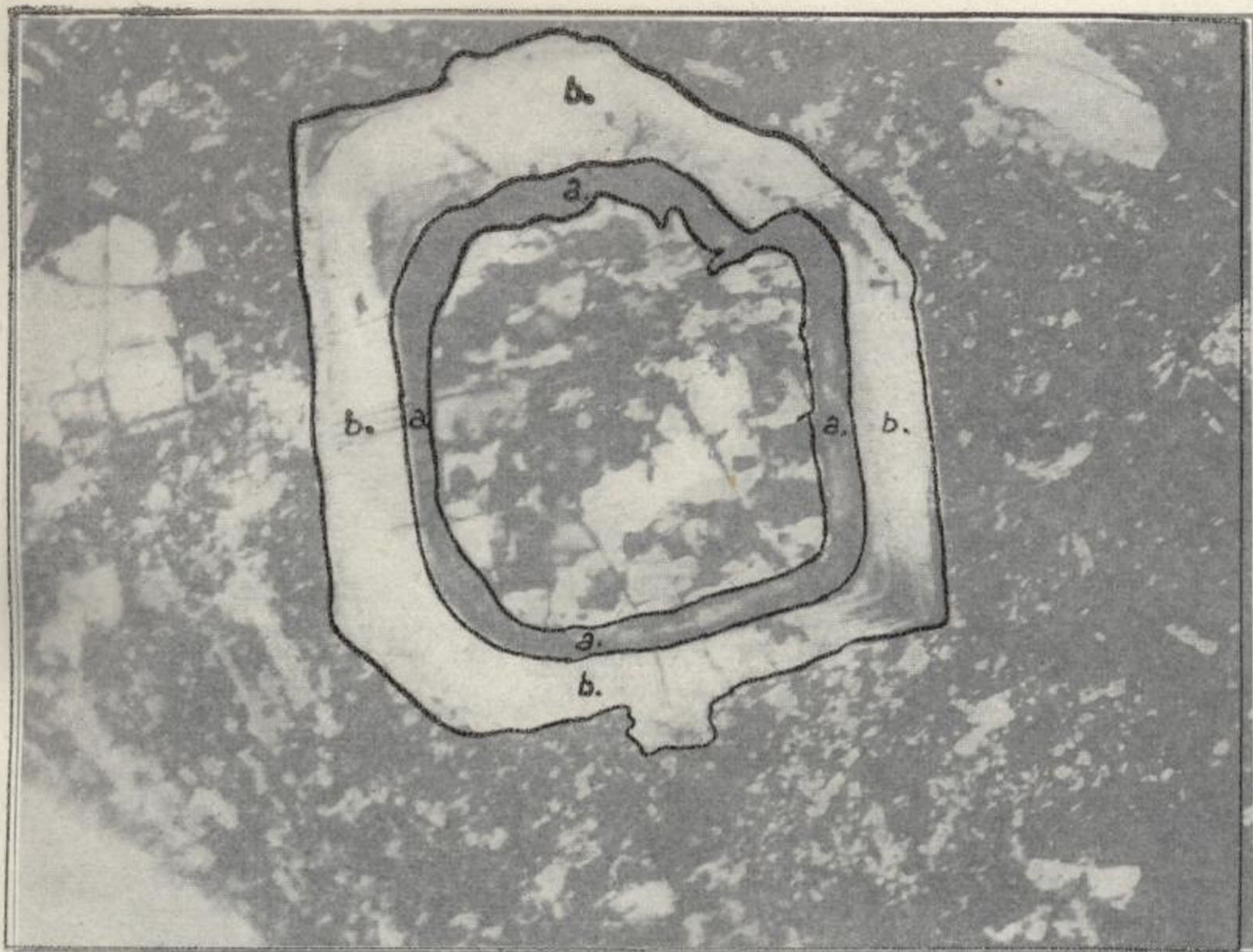


Fig. 3.<sup>a</sup> — Andésita de la vertiente Sur del Gurugú.

En una andesita con pasta microcristalina y fluidal, se observa un gran cristal de plagioclasa que sólo conserva la parte exterior con extinción zonar muy marcada, según se puede ver en la fotografía por la diferencia de claridad de las bandas *a* y *b*. Dentro de esa envolvente se presenta una agrupación feldespática en mosaico.

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar». —45 aumentos.



Fig. 4.<sup>a</sup> — Andesita del Gurugú.

Esta fotografía representa la inclusión de un cristal de plagioclasa, probablemente andesina (7) en uno de sanidino (3), mineral este último escaso en la preparación.

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar». —59 aumentos.



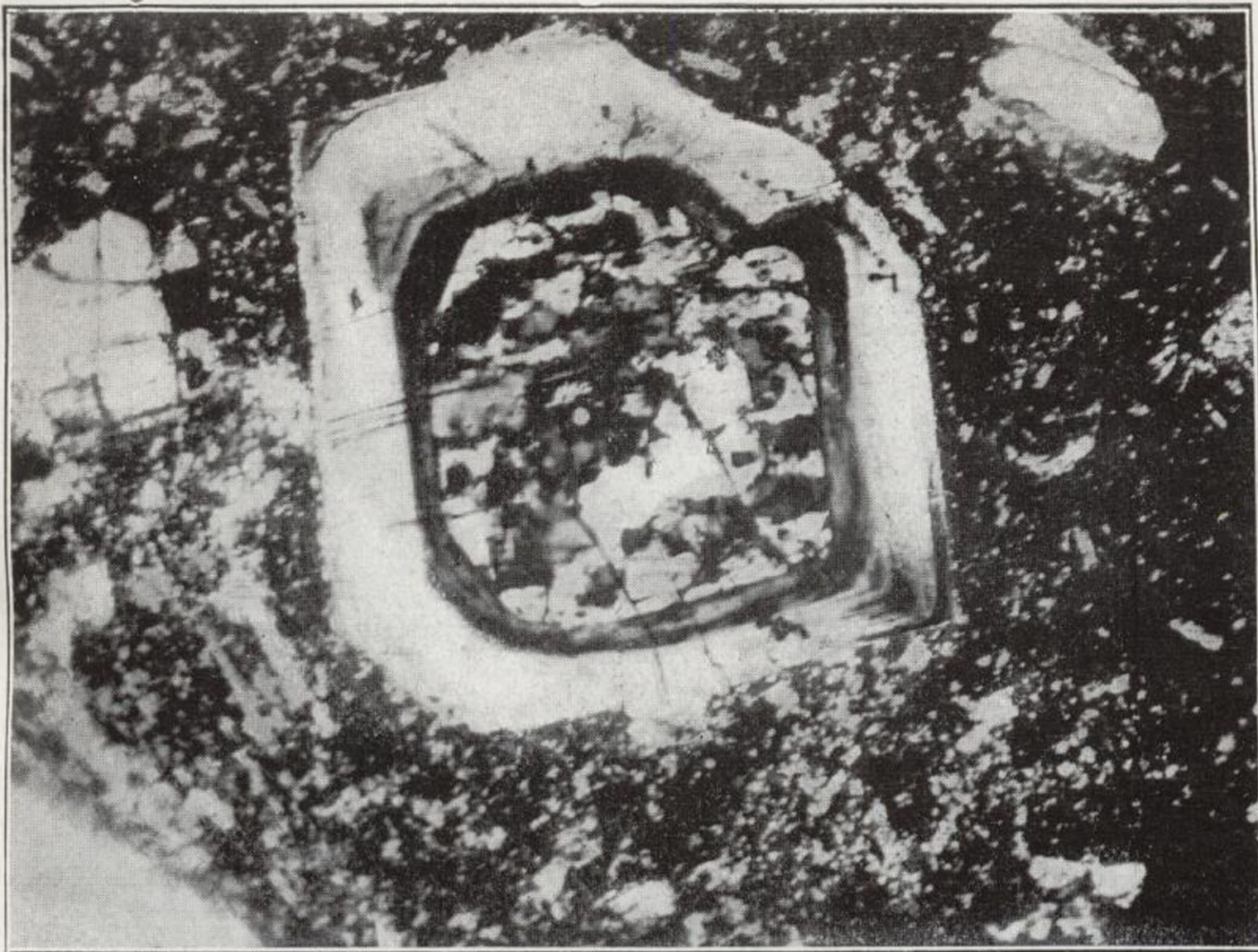


Fig. 3.<sup>a</sup> — Andesita de la vertiente Sur del Gurugú.

En una andesita con pasta microcristalina y fluidal, se observa un gran cristal de plagioclasa que sólo conserva la parte exterior con extinción zonar muy marcada, según se puede ver en la fotografía por la diferencia de claridad de las bandas *a* y *b*. Dentro de esa envolvente se presenta una agrupación feldespática en mosaico.

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar».—45 aumentos.

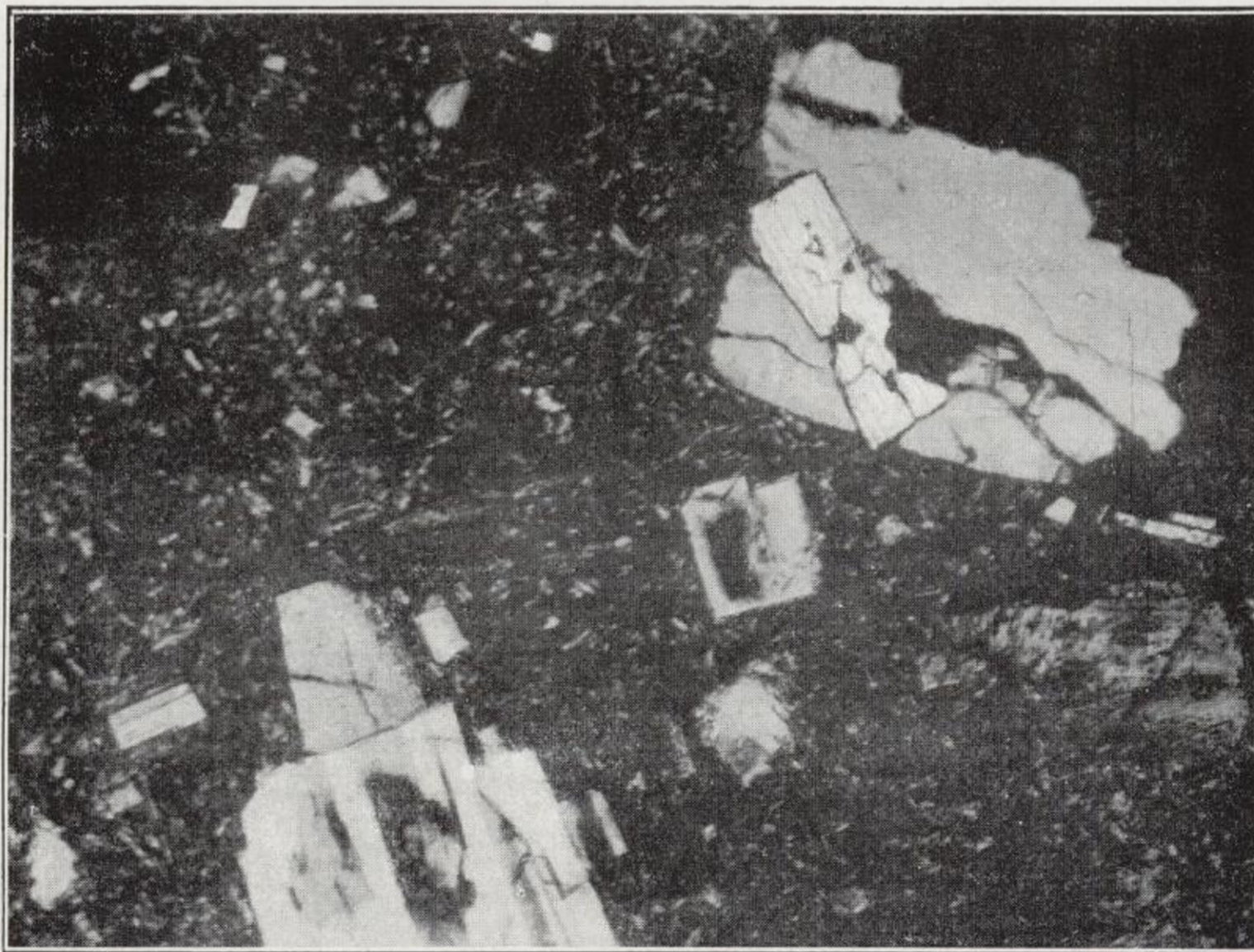


Fig. 4.<sup>a</sup> — Andesita del Gurugú.

Esta fotografía representa la inclusión de un cristal de plagioclasa, probablemente andesina (7) en uno de sanidino (3), mineral este último escaso en la preparación.

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar».—59 aumentos.



indicando la inclusión del magma dentro del cristal, una vez que desapareció la substancia que lo constituía. No parece que se trata, por tanto, de nueva fusión y recristalización, sino, más bien, a que, por haber variado mucho las condiciones físicas, se han originado reacciones químicas con el magma, que debieron ser muy intensas cuando han producido la alteración de un mineral como la biotita, que se defiende bastante del metamorfismo. En las fotografías números 8 y 24 se puede ver el aspecto de la biotita por esta alteración.

Se ve también un poco de enstatita con sus fracturas irregulares en las secciones longitudinales, con la doble pirámide y el apuntamiento obtuso y en las secciones octogonales con sus lados desiguales por mayor desarrollo de las caras *m m*. No tiene policroísmo, lo que hace que se pueda confundir con la augita. Polariza en gris en las secciones delgadas y tiene siempre signo positivo, lo que la diferencia de la hyperstena. La enstatita se agrupa también con el feldespato.

Se ve también un poco de anfíbol, cuya existencia no hemos podido comprobar debidamente, a causa de su completa alteración. Existe magnetita de primera consolidación en secciones cuadradas y exagonales, hematites roja y un poco de esfena de color obscuro. Se trata, pues, de una andesita con augita y biotita.

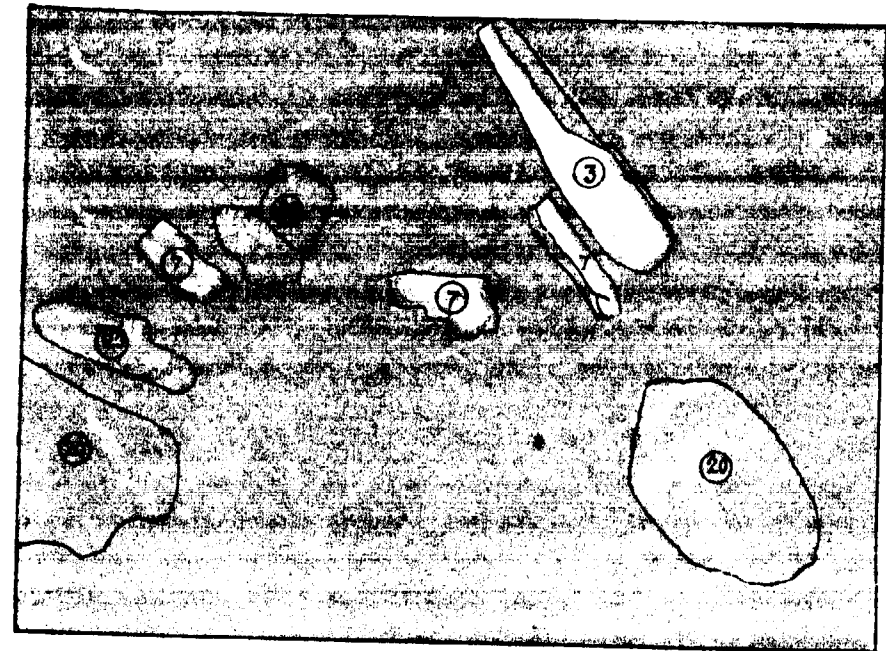
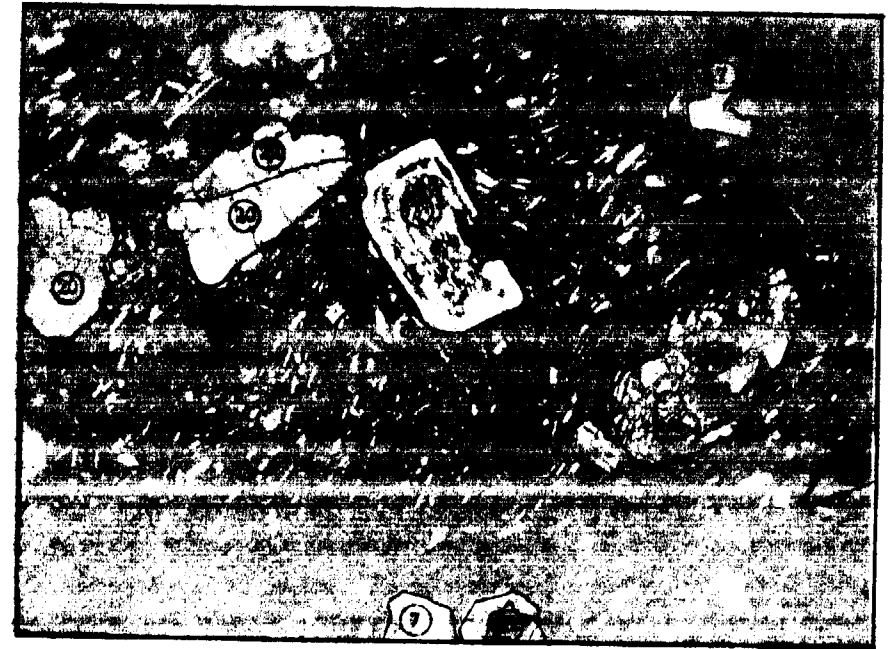
En la hondonada, en forma de anfiteatro, rodeada de los montes del Gurugú, en donde nace el barranco que baja a Nador, hemos cogido una roca blanda por alteración, de color gris, con tonos verdosos y rojizos, que presenta al microscopio una textura holocristalina, y está formada esencialmente por plagioclasa y augita. El plagioclasa es andesina, con los mismos caracteres que en las rocas anteriores, pero más transformado en kaolín. Hay también algo de ortosa, y como resultado de la descomposición de éste se ve muscovita. La augita tiene los mismos caracteres de las rocas altas del Gurugú y se presenta algo alterada en clorita, probablemente pennina, y en otros productos ferruginosos. Se ve también un poco de enstatita, apatita y magnetita de primera consolidación. Tiene algunos pequeños restos porfídicos. Por sus com-

ponentes, según la clasificación del Comité francés de Petrografía, constituiría un gabro; pero por la ausencia de olivino y su textura, con tendencia al entrecruzamiento, nos parece que constituye una diabasa granuda, aunque desde luego se puede comprender que esta roca es el representante holocristalino de la roca porfiroide que constituye el Gurugú.

Al Sur de la cumbre del Gurugú y al Norte de At-laten, la roca de un color gris ceniza, con manchas rojizas, presenta una textura algo diferente de las anteriores. La pasta es microcristalina, muy fluidal, de textura traquítica, como se puede ver en la fotografía número 6, presentando la particularidad de que los microlitos de feldespato, que forman casi toda la roca, son muy alargados según  $p g'$ , y forman a manera de regueros, en los que se marca muy bien la textura fluidal. También es notable en esta roca la ausencia de fenocristales, pues solamente se pueden distinguir algunos pequeños de biotita. Hay algo de magnetita, kaolín y clorita, probablemente pennina, y que debe proceder de la descomposición de la mica.

Casi en el mismo sitio hemos recogido otra roca que, por su aspecto exterior y por el resultado del examen al microscopio, es igual a las rocas de la cumbre del Gurugú.

En At-laten, que forma un monte cónico de mucha pendiente a todos rumbos, excepto al Norte, por donde se une al Gurugú, está constituido por una roca de color pardo rojizo oscuro, con motas blancas muy abundantes. Presenta a simple vista grandes cristales y una textura granuda vasta. Examinada al microscopio se ven en la pasta microlitos sumamente microscópicos y trozos vítreos, o sea que tiene textura hyalopilitica. Además de los cristales de plagioclasa hay sanidino. Como elemento ferromagnésico sobresale la biotita, que es a veces parda y otras de color pardo-amarillento. Se presenta muchas veces en secciones rectangulares alargadas, a veces apuntadas. Los cristales frecuentemente sanos, pero generalmente con una aureola ferruginosa en el borde y muchos productos ferruginosos en el centro, y a veces el borde corroído. Hay también augita, pero sumamente escasa, magne-





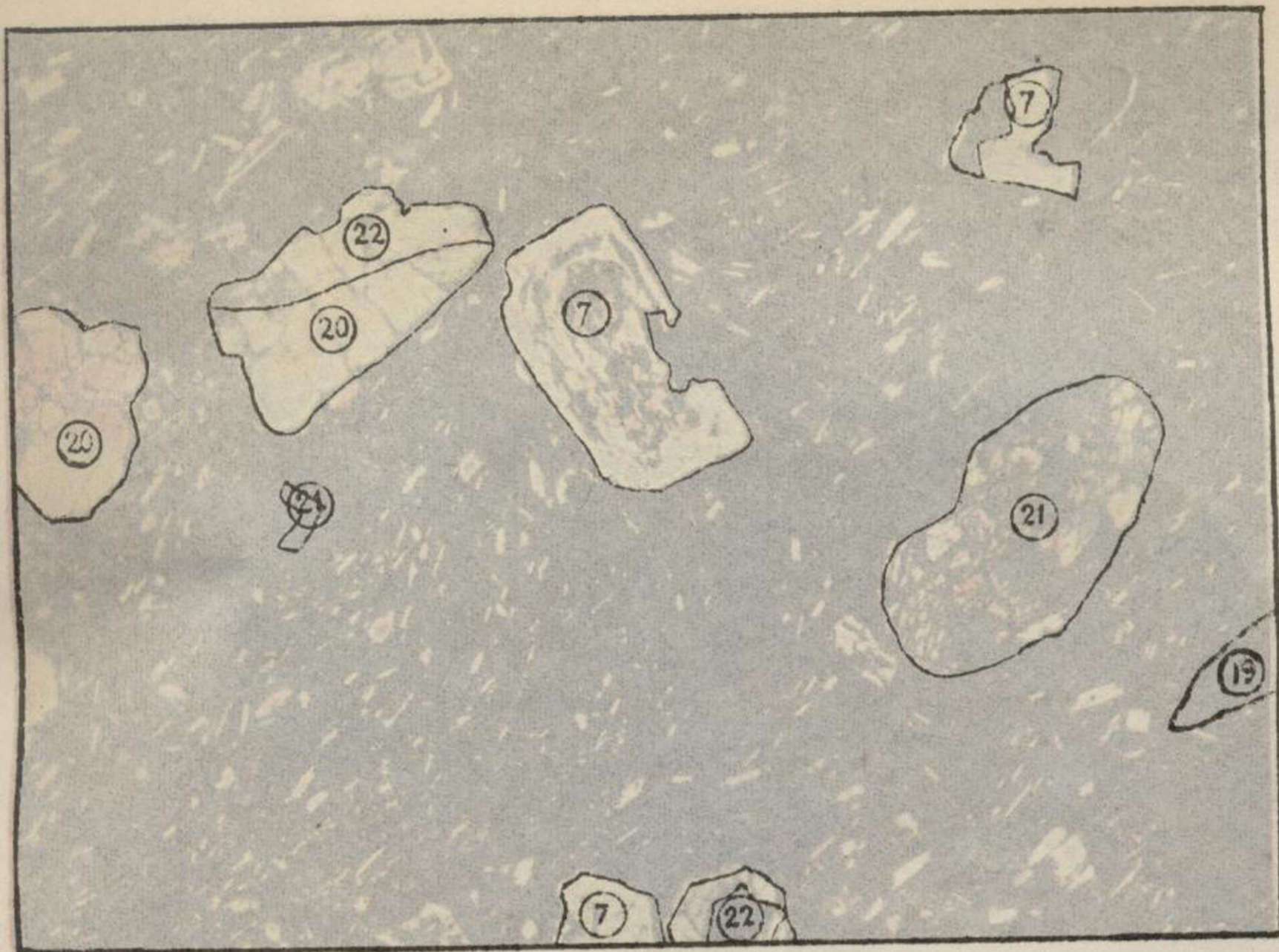


FIG. 2.—ANDESITA DE SIDI-MUSA.

En la pasta microcristalina se presentan fenocristales de plagioclasa, andesina-labrador (7), augita (20), enstatita (22), hornablenda (21), biotita alterada (19) y magnetita (29).  
*Datos ópticos:* Luz polarizada; Nícoles cruzados; Objetivo «Planar»; 45 aumentos.

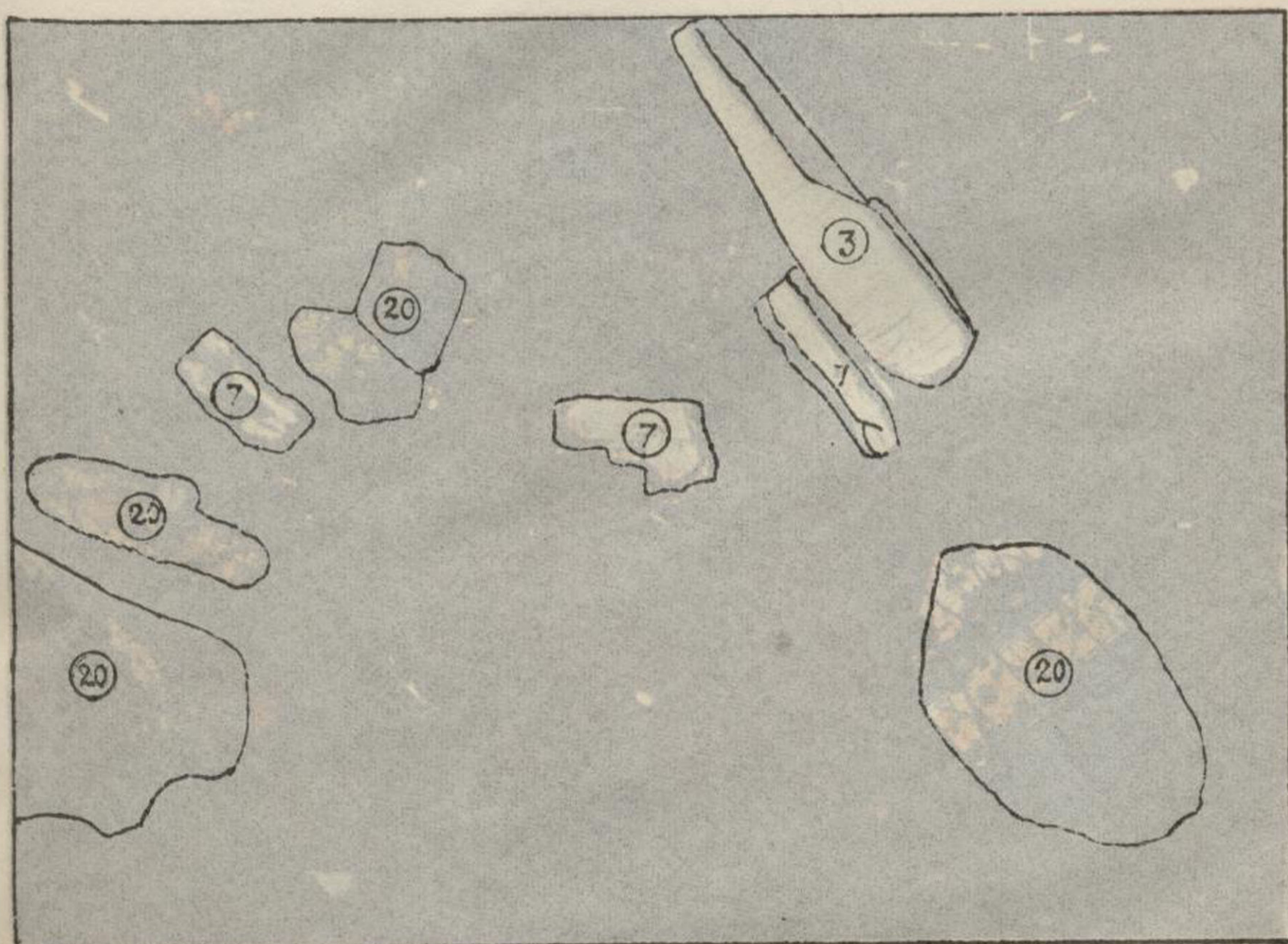


FIG. 1.—ANDESITA PIROXÉNICA DE PUNTA CÁRCEL.

En una pasta microcristalina se presentan cristales de augita maclada con preciosas líneas polisintéticas (20), plagioclasa (7), sanidino maclado con gotera según Calssad (3) y magnetita (29).  
*Datos ópticos:* Luz polarizada; Nícoles cruzados; Objetivo apocromático 70 mm.; 15 aumentos.





FIG. 2.—ANDESITA DE SIDI-MUSA.

En la pasta microcristalina se presentan fenocristales de plagioclasa, andesina-labrador (7), augita (20), enstatita (22), hornablenda (21), biotita alterada (19) y magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz polarizada; Nícoles cruzados; Objetivo «Planar»; 45 aumentos.



FIG. 1.—ANDESITA PIROXÉNICA DE PUNTA CÁRCEL.

En una pasta microcristalina se presentan cristales de augita maclada con preciosas líneas polisintéticas (20), plagioclasa (7), sanidino maclado con gotera según Calsbad (3) y magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz polarizada; Nícoles cruzados; Objetivo apocromático 70 mm.; 15 aumentos.



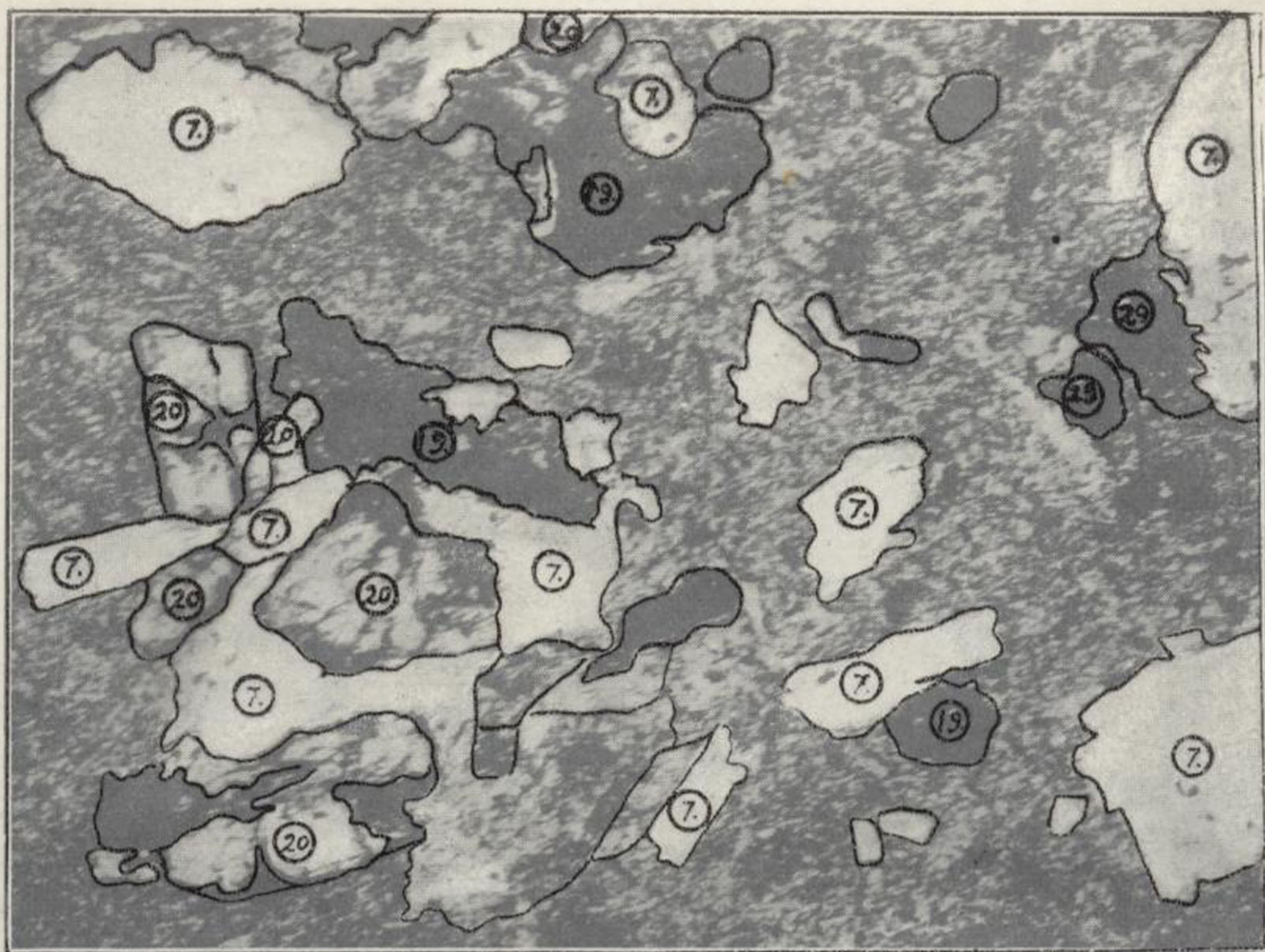


Fig. 5.<sup>a</sup> — Andesita del Gurugú.

En la roca representada en la fotografía, se aprecia una gran abundancia de cristales y se ven agrupaciones de feldespato (7) y augita (20). También se presentan los productos ferruginosos que han substituido a los cristales de biotita (19) entre ellos magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—59 aumentos.

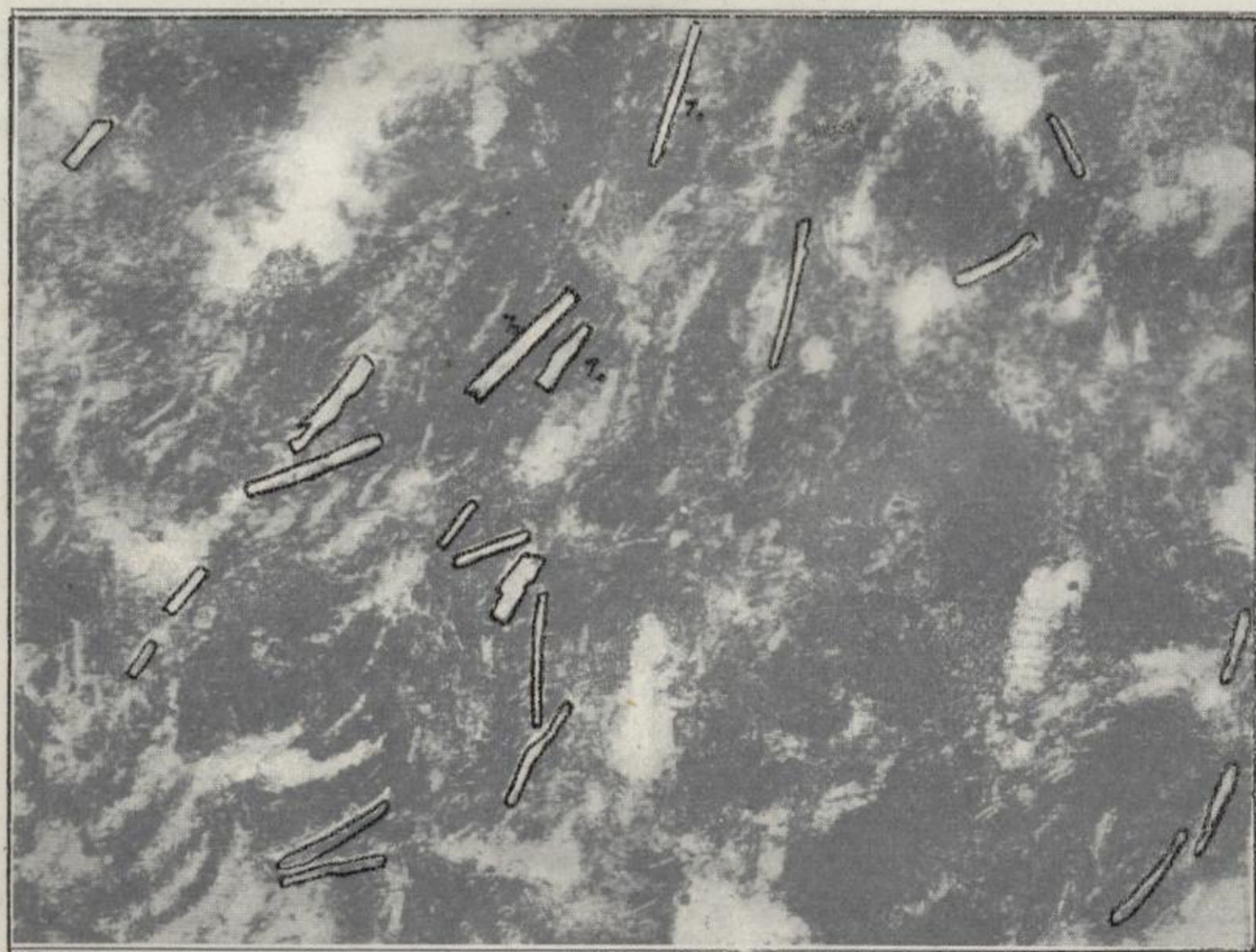


Fig. 6.<sup>a</sup> — Roca de textura traquítica del Norte de Atlaten (Gurugú).

En la fotografía se aprecian muy bien los cristales alargados del feldespato andesina-labrador (7). En esta roca los fenocristales son escasísimos.

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—59 aumentos.





Fig. 5.<sup>a</sup> — Andesita del Gurugú.

En la roca representada en la fotografía, se aprecia una gran abundancia de cristales y se ven agrupaciones de feldespato (7) y augita (20). También se presentan los productos ferruginosos que han substituído a los cristales de biotita (19) entre ellos magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar». — 59 aumentos.

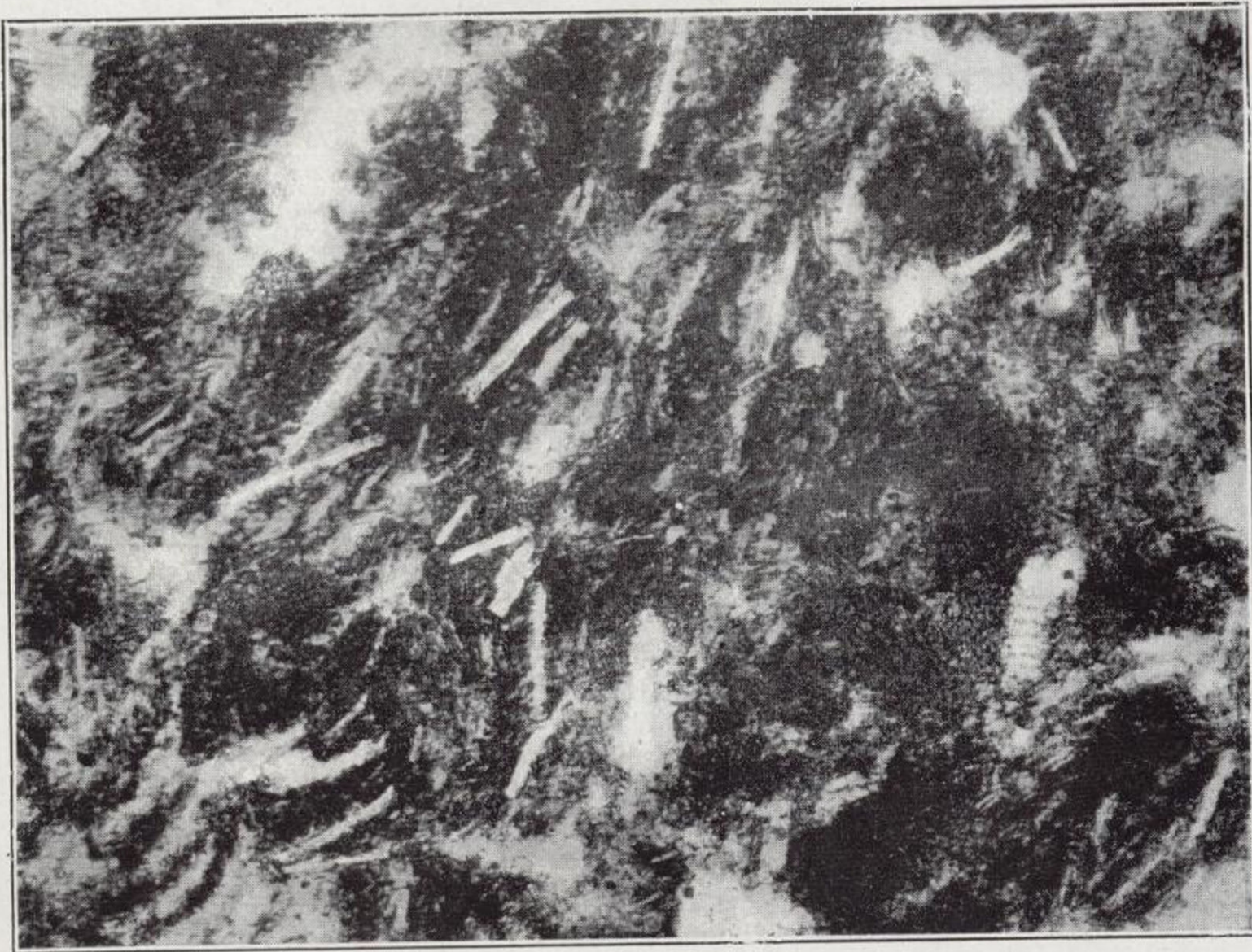


Fig. 6.<sup>a</sup> — Roca de textura traquíutica del Norte de At-laten (Gurugú).

En la fotografía se aprecian muy bien los cristales alargados del feldespato andesina-labrador (7). En esta roca los fenocristales son escasísimos.

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar». — 59 aumentos.



tita y tal vez ilmenita. Se trata, pues, de una andesita con biotita.

En la vertiente oriental del Gurugú, en Sidi-Musa, la roca tiene un color pardorrojizo con motas blancas, debido a los feldespatos. Tiene esta roca, como se puede ver en la fotografía en colores número 2, la textura microcristalina, con microlitos de andesina o labrador y augita, o sea textura pilotáxica con aspecto fluidal. Los fenocristales de andesina o labrador, en menor cantidad y con menor tamaño que en las rocas del alto del Gurugú. Se les ve, en parte, transformados en kaolín, y, en general, rotos y con las grietas rellenas de este mineral. Los cristales de feldespatos se aglomeran frecuentemente entre sí y con los de la augita. Este mineral es abundante en la roca, y presenta los mismos caracteres en todas las rocas del Gurugú. Hay también enstatita. Presenta sus cruces,  $m'$ , su polarización en gris y su signo peculiar. Existe además, caracterizando esta roca, hormablenda, que en las secciones basales presenta los cruceros  $m m$ , cruzándose a  $124^\circ$  y la macla sencilla según  $h'$ . Es bastante policroica, y produce por alteración mucha magnetita en aureola alrededor del cristal. Presenta la extinción rodadora, y hemos visto dentro de un cristal de este mineral uno de feldespato. Debió contener la roca también algo de biotita, pero el presentarse tan completamente alterada impide determinar si los productos ferruginosos que marcan la forma del cristal son debidos a este mineral. Existe un poco de apatita y magnetita, y dentro de un cristal de feldespato hemos visto uno de silimanita, en secciones  $h'$ , muy alargadas y con las grietas transversales características. También hemos visto un poco de hematites roja y algo de sanidino. Esta roca es una andesita con augita, enstatita, biotita y anfíbol.

En las vertientes occidentales del Gurugú las rocas eruptivas constituyen varias mesetas casi horizontales Tazuda, Tlat, Beni-Faklan, sobre cuya orografía particular verá el lector en estos estudios las consideraciones que han formulado mis compañeros Valle y Fernández Iruegas, y que sirven para dar idea del proceso que siguieron los fenómenos eruptivos del Gurugú.

En la meseta de Tazuda, la más alta de todas, la roca eruptiva

tiene los mismos caracteres macro y microscópicos que las de las cumbres del Gurugú. Los microlitos feldespáticos, muy alargados y entrecruzados; en algunos sitios el magma tiene partes vítreas, y pasa de la textura pilotáxica a la hyalopilitica. Las agrupaciones de feldespato y de este mineral con los dos piroxenos, ortorrómbico y monoclinico, son muy frecuentes. La biotita se presenta alterada como en todas las rocas del Gurugú. El feldespato es andesina o labrador, con las maclas de siempre y con inclusiones a veces de piroxenos. La augita también se presenta maclada frecuentemente. La esfena se la ve siempre en las rocas de Tazuda. Se presenta unas veces en granos y otras en cristales, siendo muy frecuentes las secciones rombales. Su color fuerte pardorrojizo hace que no se vean bien los colores de polarización. Parece existir alguna relación entre este mineral y la biotita. Se presenta magnetita de primera consolidación y secundaria, hidróxidos de hierro, clorita y kaolín. Son rocas, por tanto, las de Tazuda análogas a las de las cumbres del Gurugú, o sea andesitas con piroxenos y biotita.

Solamente he recogido una muestra de una roca que presenta diferencias con la anterior. El magma es muy fluidal y muy claro y transparente a la luz natural. No están bien marcados los microlitos. Se ven cristales de sanidino, algunos maclados, según Calsbad, con las grietas características, y muchas veces aglomerados, como se puede ver en la fotografía número 7. Hay también plagioclasa. Como elemento ferromagnético sólo he podido ver la biotita y ésta en pequeña cantidad. Hay algo de magnetita. Es, pues, una traquiandesita.

En la meseta de Tlat, situada más baja que la de Tazuda, ya presenta la roca caracteres distintos. Es de color pardo rojizo, dura y resistente, con grandes cristales de feldespato, y presentan manchas y vetas de un color rojo más fuerte. El magma es microcristalino feldespático granudo, muy fino, con restos vítreos, como se puede ver en la fotografía número 8. Tiene un color pardo claro muy homogéneo a la luz natural. Los cristales de plagioclasa, entre andesina y labrador, más cerca de este último, presentando las líneas polisintéticas anchas y poco iguales. Hay muchas agrupa-

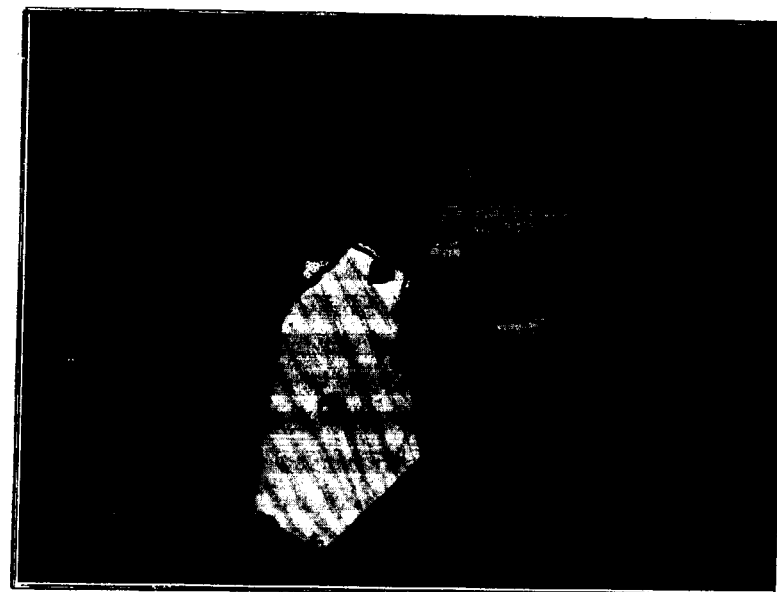


Fig. 7.<sup>a</sup>—Agrupamiento de tres cristales de sanidino (3) en una traquita. Tazuda (Gurugú).

Se ven inclusiones ferruginosas dentro de los cristales, y por no presentar sus secciones paralelas, se aprecia muy bien la extinción.

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo apocromático 35 mm.—16 aumentos.

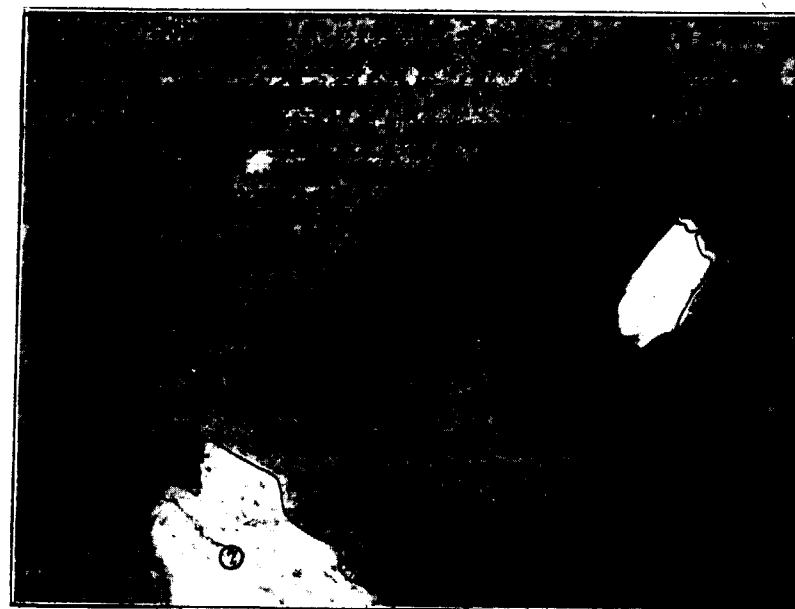


Fig. 8.<sup>a</sup>—Andesita con biotita de la meseta de Tlat (Gurugú).

Esta roca está caracterizada por la textura granuda de la pasta y por los fenocristales grandes de labrador (7) y de biotita (19).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—59 aumentos.



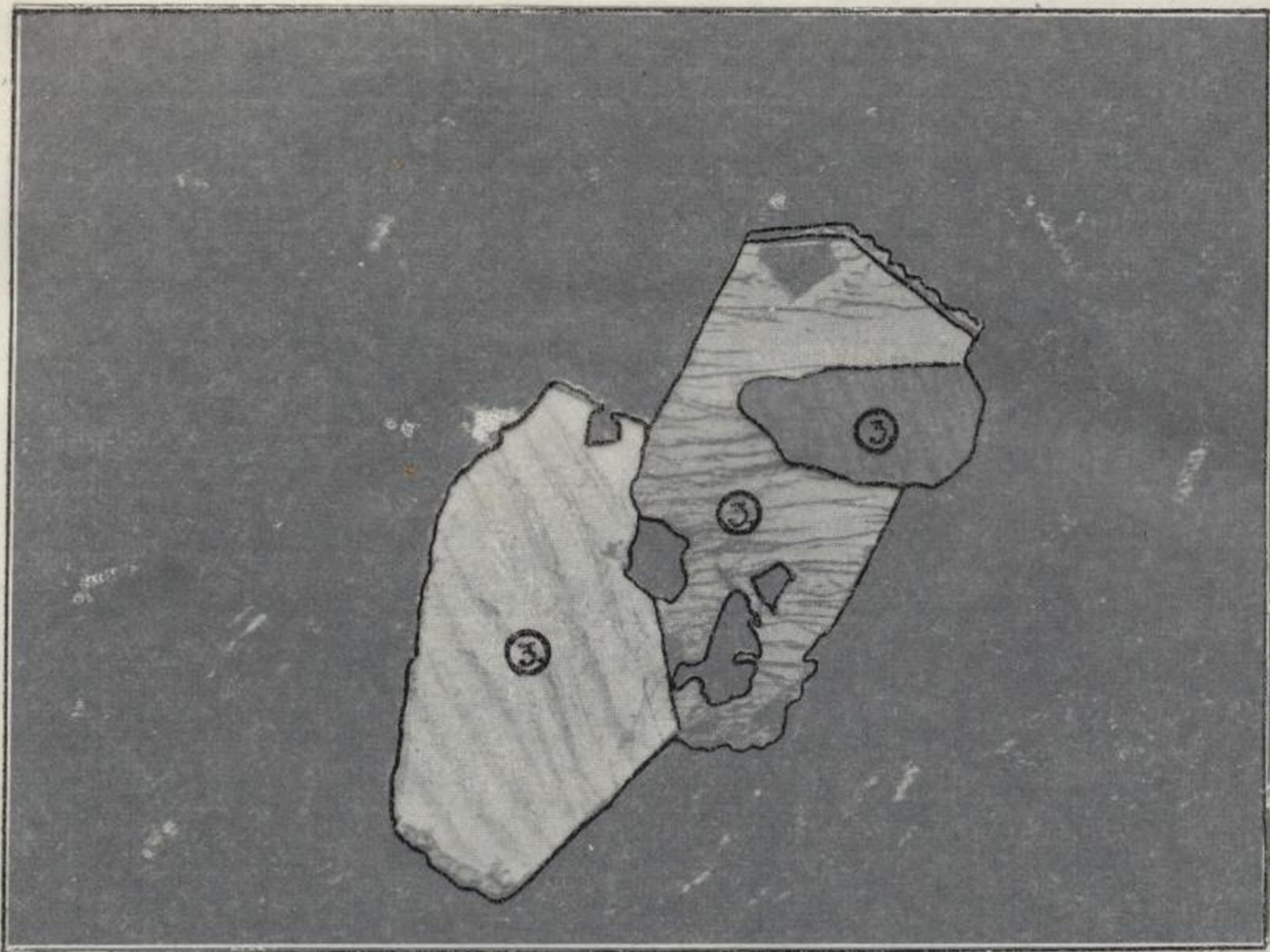


Fig. 7.<sup>a</sup>—Agrupamiento de tres cristales de sanidino (3) en una traquita. Tazuda (Gurugú).

Se ven inclusiones ferruginosas dentro de los cristales, y por no presentar sus secciones paralelas, se aprecia muy bien la extinción.

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo apocromático 35 mm.—26 aumentos.

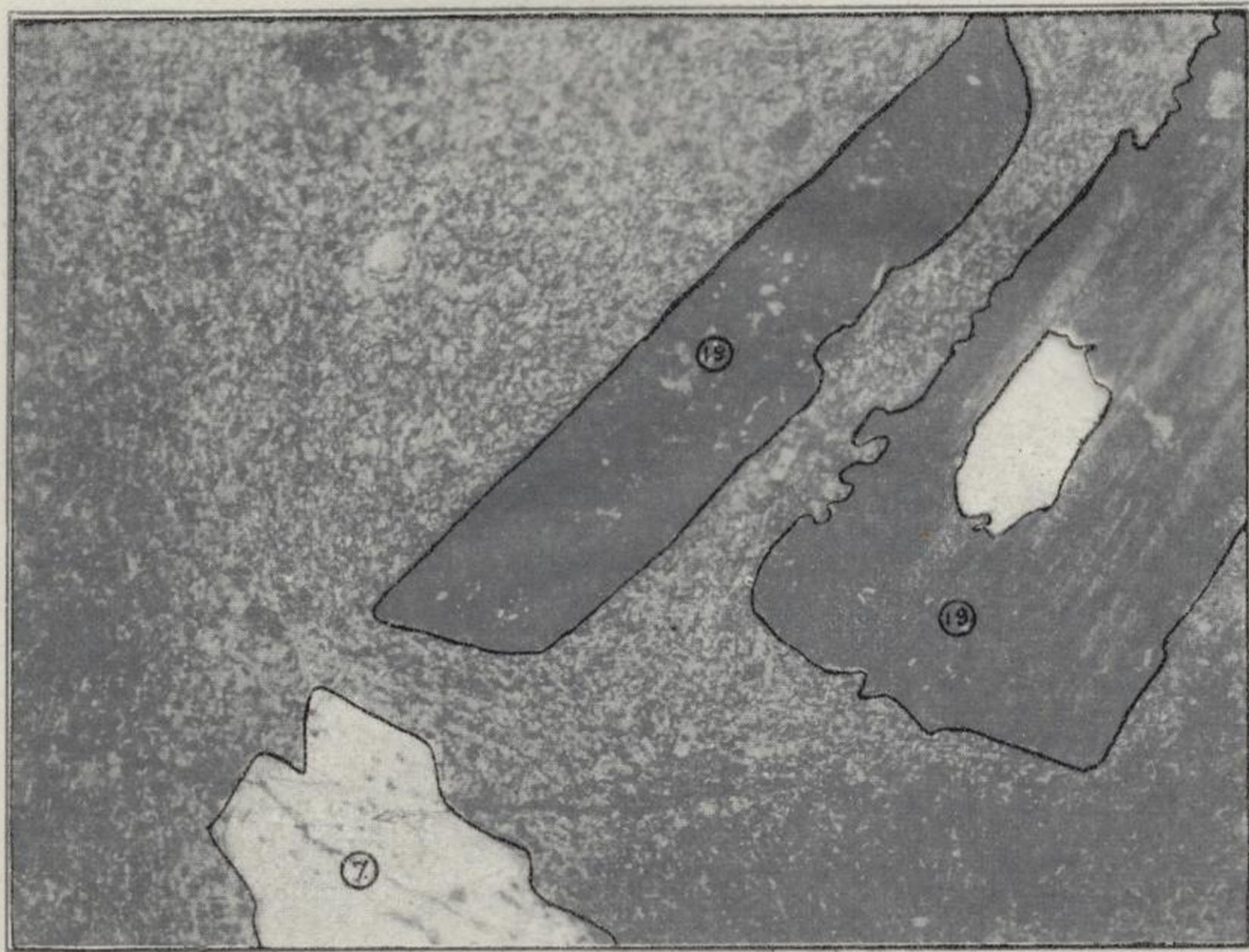


Fig. 8.<sup>a</sup> — Andesita con biotita de la meseta de Tlat (Gurugú).

Esta roca está caracterizada por la textura granuda de la pasta y por los fenocristales grandes de labrador (7) y de biotita (19).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—59 aumentos.



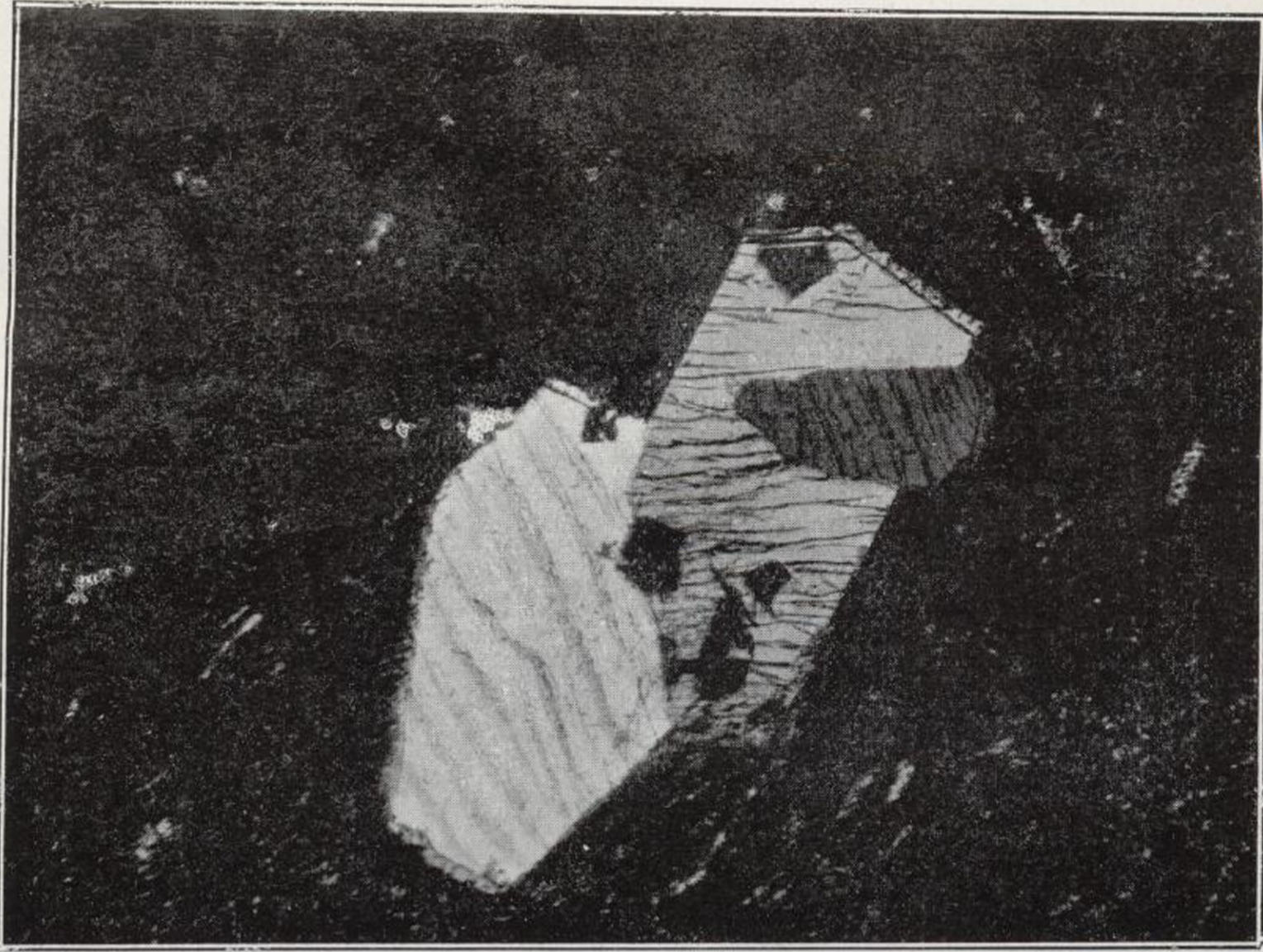


Fig. 7.<sup>a</sup>—Agrupamiento de tres cristales de sanidino (3) en una traquita.  
Tazuda (Gurugú).

Se ven inclusiones ferruginosas dentro de los cristales, y por no presentar sus secciones paralelas, se aprecia muy bien la extinción.

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo apocromático 35 mm.—26 aumentos.

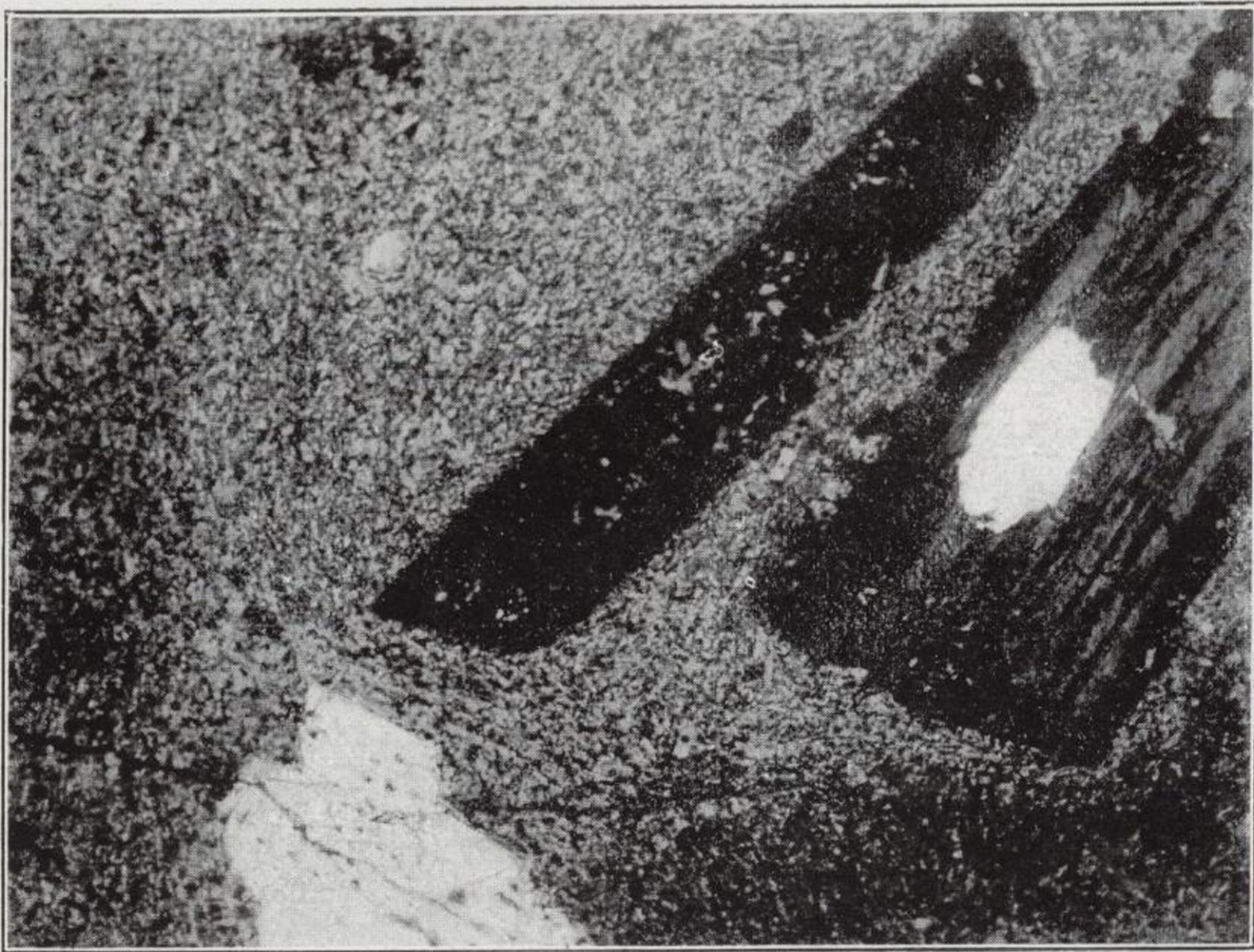


Fig. 8.<sup>a</sup> — Andesita con biotita de la meseta de Tlat (Gurugú).

Esta roca está caracterizada por la textura granuda de la pasta y por los fenocristales grandes de labrador (7) y de biotita (19).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—59 aumentos.



ciones de cristales de feldespato, y alguna vez hemos visto que dos cristales se agrupan en ángulo recto, formando una cruz, como está representado en la fotografía número 9. Los feldespatos poco kaolinizados, muy resquebrajados, y con inclusiones ferruginosas.

La biotita es el elemento ferromagnésico, único de esta roca de Tlat. Se encuentra esta mica bastante alterada, y en general en formas cristalinas, alargadas y grandes (fot. núm. 8). En el principio de su alteración se forma una aureola ferruginosa y se transforma el centro del cristal en una sustancia parda de mucho menos policristismo que el mineral original. Presenta inclusiones de magnetita, algunas veces en secciones octaédricas. Hay oligisto, hidróxidos de hierro y magnetita, y hemos visto en un cristal de biotita un poco de apatita. Los elementos ferruginosos, sin duda procedentes de descomposición de la biotita impregnan el magma.

En la meseta de Beni-Faklan, más baja aún que la de Tlat, la roca tiene aspecto granudo vasto y color pardo rojizo, con pintas blancas, amarillas y grises, debidas a las transformaciones de los distintos minerales que la integran. Examinada al microscopio la roca de esta meseta es muy parecida a la anterior. Los cristales de feldespato, muy resquebrajados, observándose que hay grietas que atraviesan el magma, y que afectan a la vez a dos fenocristales feldespáticos. En general, esta roca es un poco más flúida que la de Tlat. Entre los componentes que forman la roca hemos visto un poco de esfena. Hay secciones claras de apatita.

En Berguel, por bajo de la meseta de Beni-Faklan, hay una roca que presenta grandes diferencias con las anteriores. Tiene una textura en parte microcristalina muy fluidal, y en parte estaláctica, formando a modo de capas concéntricas alrededor de núcleos constituidos por trozos de pasta microcristalina. Se ven también unos esferolitos muy perfectos (fot. núm. 10) de calcedonia. Los cristales que la forman son muy alargados, verdaderas fibras sedosas, presentando además los esferolitos unas capas concéntricas muy regulares y finas. La biotita en esta roca se pre-

sesta muy sana. Se ven feldespatos y unas formas cristalinas muy alteradas, constituidas por calcita, arcilla, elementos ferruginosos y partes isotrópicas que rellenan los alvéolos que definen las resquebrajaduras que primitivamente debía tener el cristal. Hay penina y bastante calcita secundaria. Se trata, pues, de una obsidiana andesítica metamórfica con acciones secundarias de silicificación.

En unas canteras situadas en lugar inmediato a la carretera de Kaddur y en frente de At-laten, se ven unos núcleos de roca eruptiva, envueltos en una masa blanca de kaolín. Estos núcleos tienen una capa exterior ferruginosa rojiza, con cristales de biotita, y la parte interior tiene un color gris verdoso, también con cristales de biotita; es decir, que estas transformaciones representan grados distintos de la propilitización de las andesitas. Examinadas preparaciones de estas rocas al microscopio, muestran (fotografía número 11) una pasta, en gran parte vítrea, pero con muchos microlitos de feldespato y algunos elementos ferromagnésicos; es decir, que presenta la textura hyalopilitica muy marcada. Tiene fenocristales de labrador maclados con las líneas polisintéticas muy anchas, con extinción zonar, muchas veces agrupados y un poco kaolinizados. La augita maclada y en cristales pequeños. La biotita descompuesta en productos ferruginosos. Hay un poco de clorita y magnetita. Se la puede clasificar, por lo tanto, de andesita con biotita y augita.

Allí próximo se han recogido muestras de otra roca que presenta un magma microcristalino granudo feldespático, aunque también hay microlitos alargados. Los fenocristales son de labrador y biotita, esta última en cristales sumamente alargados y con policroísmo intensísimo. Hay también magnetita. Es, pues, andesita con biotita.

También en los mismos sitios hemos visto una roca de aspecto vítreo, de color amarillo como de miel. Examinada al microscopio presenta un magma vítreo estalactítico, como se puede ver en la fotografía número 12. Envuelve en partes trozos formados por kaolín, y en otros sitios a clorita. Ésta hemos podido ver que es de

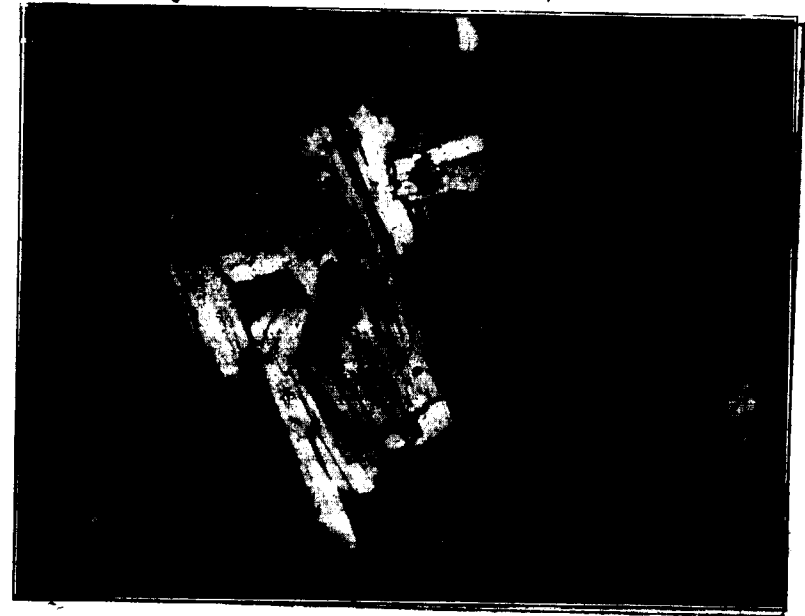


Fig. 9.<sup>a</sup> — Cristales de labrador en una andesita con biotita de la meseta de Tlat en el Gurugú.

Se puede ver en la fotografía la agrupación en cruz casi en ángulo recto de los cristales de labrador (7).

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar». —59 aumentos.



Fig. 10. — Esferolitos de calcedonia en una andesita vítrea de la meseta de Beni-Faklan (Gurugú).

Los esferolitos de calcedonia (1) están constituidos por elementos sumamente fibrosos. También se destacan sobre la pasta vítrea algunos cristales de andesina (7).

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar». —48 aumentos.





Fig. 9.<sup>a</sup> — Cristales de labrador en una andesita con biotita de la meseta de Tlat en el Gurugú.

Se puede ver en la fotografía la agrupación en cruz casi en ángulo recto de los cristales de labrador (7).

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar».—59 aumentos.

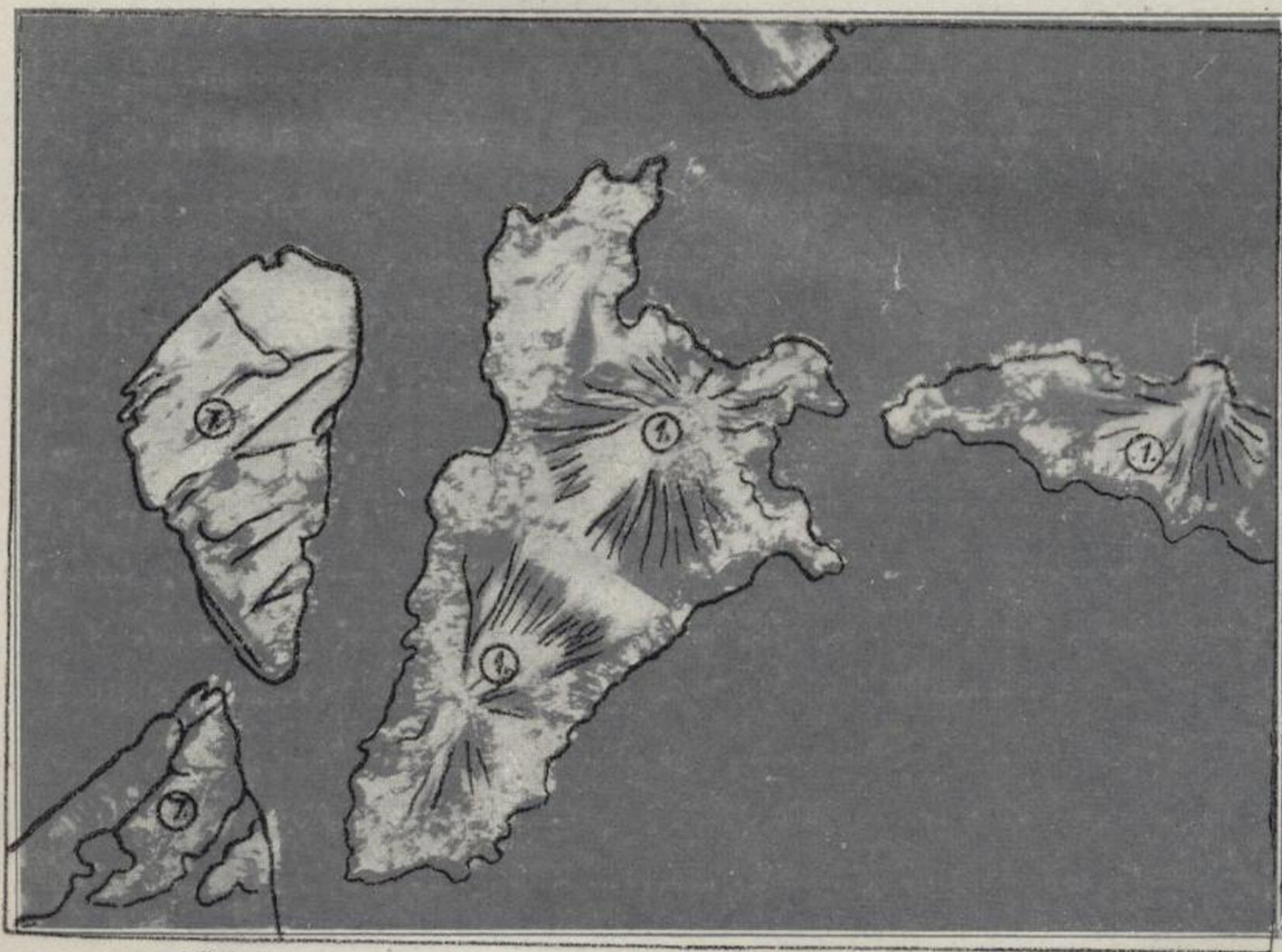


Fig. 10. — Esferolitos de calcedonia en una andesita vítrea de la meseta de Beni-Faklan (Gurugú).

Los esferolitos de calcedonia (1) están constituidos por elementos sumamente fibrosos. También se destacan sobre la pasta vítrea algunos cristales de andesina (7).

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar».—48 aumentos.



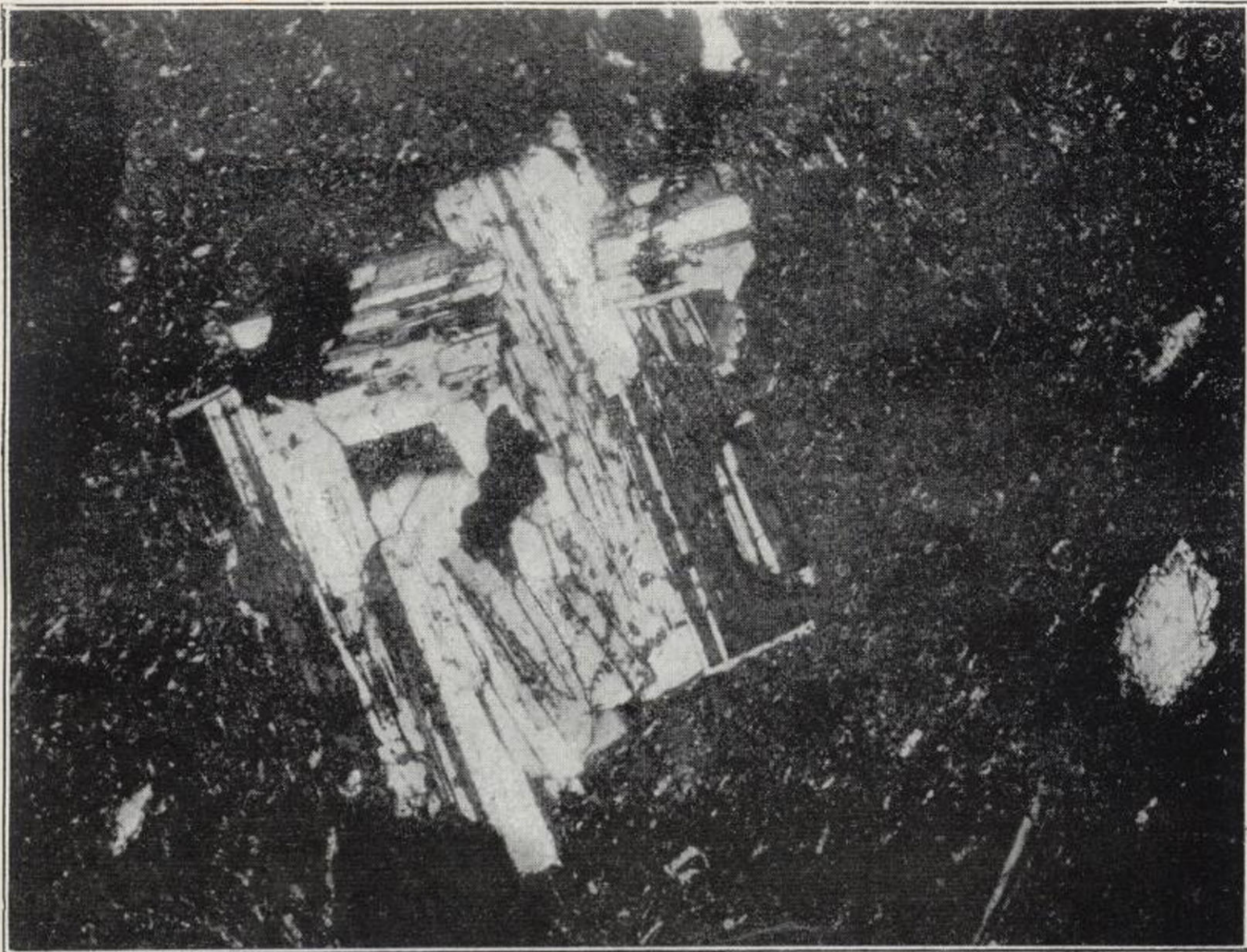


Fig. 9.<sup>a</sup> — Cristales de labrador en una andesita con biotita de la meseta de Tlat en el Gurugú.

Se puede ver en la fotografía la agrupación en cruz casi en ángulo recto de los cristales de labrador (7).

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar».—59 aumentos.

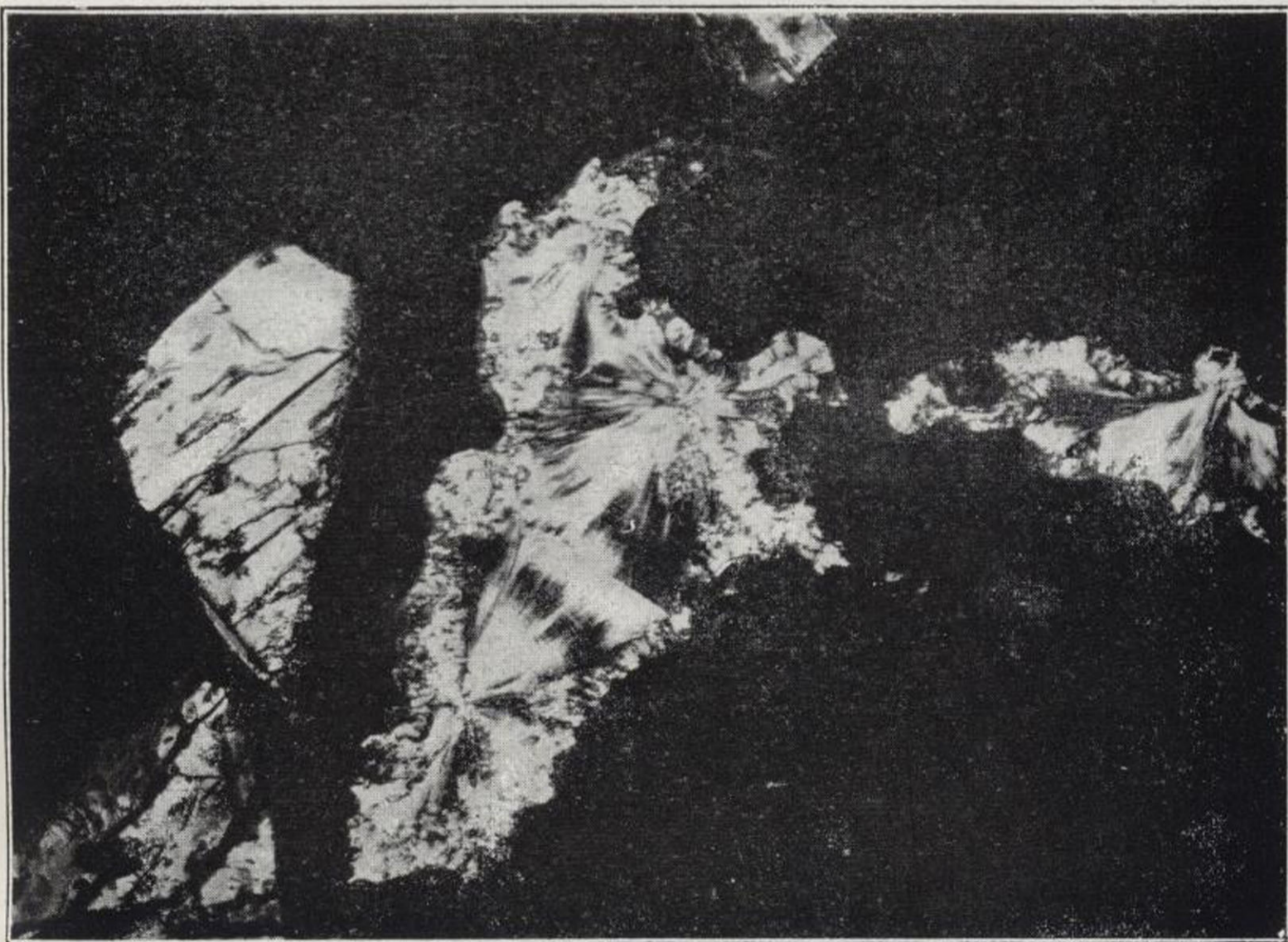


Fig. 10. — Esferolitos de calcedonia en una andesita vítrea de la meseta de Beni-Faklan (Gurugú).

Los esferolitos de calcedonia (1) están constituidos por elementos sumamente fibrosos. También se destacan sobre la pasta vítrea algunos cristales de andesina (7).

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar».—48 aumentos.



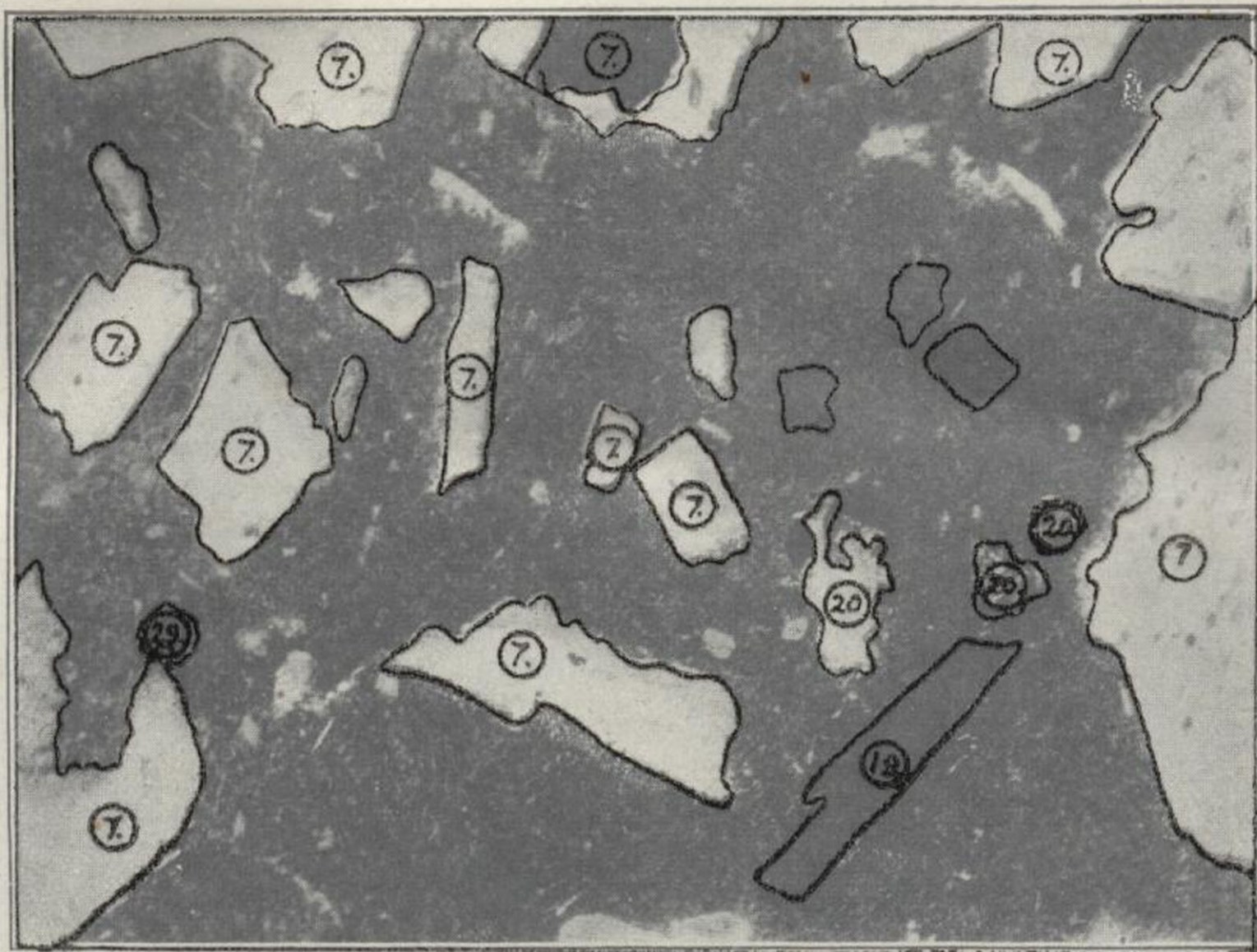


Fig. 11.—Andesita de las canteras próximas a At-laten.

Representa la fotografía una andesita con textura hyalopilitica con fenocristales de plagioclasa (7), augita (20), biotita muy alterada (19) y magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—37 aumentos.



Fig. 12. — Obsidiana andesítica de las canteras de At-laten.

La pasta vítrea rodea, formando a modo de fajas, ciertos núcleos cloritosos (37) y arcillosos. Se ve también en la fotografía una dendrita formada por limonita (d).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—59 aumentos.



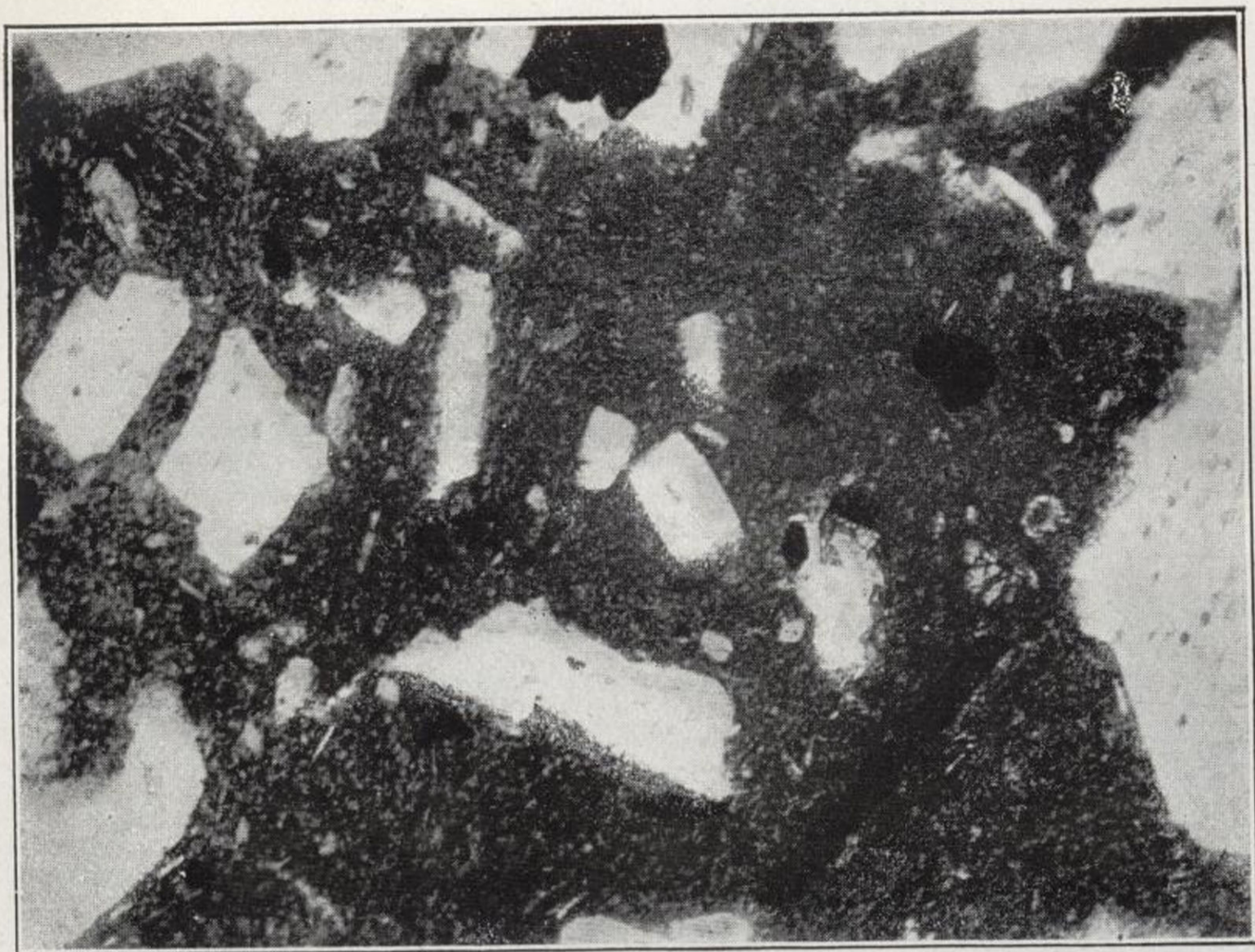


Fig. 11.—Andesita de las canteras próximas a At-laten.

Representa la fotografía una andesita con textura hyalopilitica con fenocristales de plagioclasa (7), augita (20), biotita muy alterada (19) y magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—37 aumentos.



Fig. 12. — Obsidiana andesítica de las canteras de At-laten.

La pasta vítrea rodea, formando a modo de fajas, ciertos núcleos cloritosos (37) y arcillosos. Se ve también en la fotografía una dendrita formada por limonita (d).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—59 aumentos.



tres clases: pennina, casi incolora, que forma en algunos sitios esferulitos microscópicos, clinocloro, de un color pardo verdoso fuerte y otra variedad que se presenta en formas retorcidas, como de cuerno, y que se parece mucho a las formas macroscópicas de la proclorita, descritas por algún autor (1). El magma vítreo contiene gran número de burbujas líquidas, a veces de un color pardo. Hemos visto una preciosa dentrita microscópica constituida por hidróxidos de hierro. Se trata de una obsidiana andesítica.

En las vertientes del Sudeste del Gurugú hay diversidad de rocas. En zoco el Yemâa, entre Sidi-Salem y Sidi-Amar, se presenta una roca de color pardo oscuro, a veces con tonos rojizos y con fenocristales muy grandes. Es roca del tipo de las cumbres del Gurugú, presentando los mismos minerales y con análogos caracteres. Hay bastante microcristales de elementos ferromagnéticos.

Entre zoco el Yemâa y Sebt, se encuentra una roca que se caracteriza por sus grandes cristales de enstatita (fot. núm. 13). Las secciones longitudinales muy abundantes, presentan el apuntamiento obtuso característico que por su gran ángulo parece el debido a las caras  $e$ , en las secciones  $h'$ . Se confunde con la augita a la luz natural, por tener los mismos cruceros interrumpidos, las mismas resquebrajaduras y por su falta de policroísmo, pero por la extinción y por los colores de polarización se la distingue claramente. Las secciones octogonales son escasas. Las grietas características de este mineral están llenas de magnetita y productos ferruginosos que exageran más aún su relieve. Hemos visto un cristal con un color pardo amarillento, en donde se notaba un poco de policroísmo, sin duda por estar impregnado de productos ferruginosos. Un cristal hemos visto con una inclusión de apatita.

Contiene esta roca además, fenocristales de feldespato, que parece más ácido que en otras del Gurugú. Debe corresponder a un término intermedio entre la oligoclasa y la andesina, aunque no le hemos podido determinar bien. Contiene también sanidino agrieta-

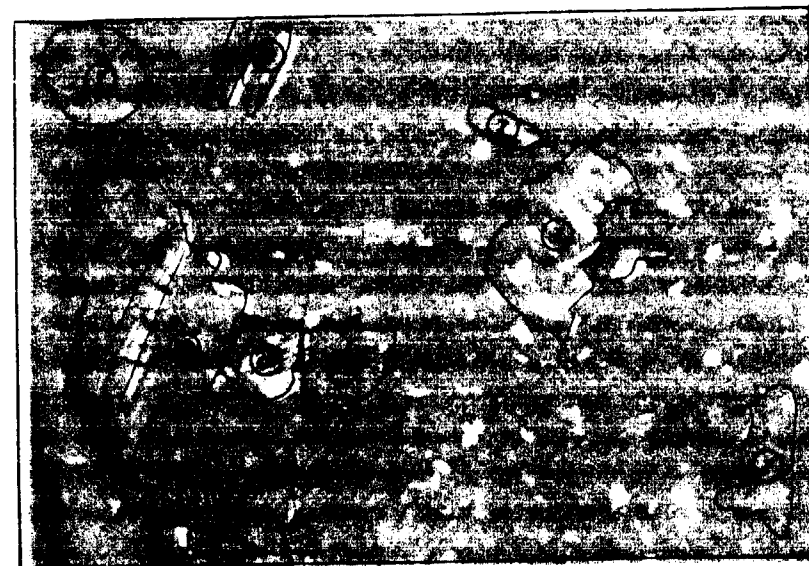
(1) *System of Mineralogy*, por James Dwight, pág. 501.



do, y con la particularidad que hay fisura que pasa de un cristal a otro de este mineral, afectando además a la pasta. También esta roca contiene augita, aunque en cristales más pequeños que los de enstatita. Hay biotita completamente alterada, y como minerales accesorios, apatita, esfena y magnetita, ésta a veces rellenando los exágonos primitivos de la biotita. La pasta tiene textura hyalopilitica con microlitos de plagioclasa principalmente. Esta roca se la puede clasificar de traquiandesita, con piroxenos y biotita.

También entre zoco el Yemâa y Sebt hemos visto una roca formada por una masa vítrea que envuelve a algún trozo de feldespato y a kaolín. Este tiene un color pardo, y se presenta orientado indicando la fluidez de la pasta. El feldespato parece plagioclasa del tipo corriente. Hay también productos ferruginosos, aunque escasos. Se ven algunos esferulitos pequeños de feldespato kaolinizado. Hay también algunos microlitos feldespáticos. Es una obsidiana andesítica alterada.

En la vertiente Sudeste del Gurugú, cerca de Sidi Salem, en el camino a zoco el Yemâa de Mazuza, hay una roca de color pardo oscuro, bastante uniforme, de grano fino, dura y resistente, en donde se ven algunos fenocristales grandes. Presenta, cuando ésta aflora, una costra rojiza. Examinada al microscopio, presenta grandes diferencias con las rocas anteriores. Tiene (fotografía en colores núm. 3) un magma microcristalino, constituido por microcristales de feldespato y augita. Los fenocristales se encuentran en gran profusión, a veces casi dando el aspecto de holocristalina a la textura de la roca. Los hay de plagioclasa, andesina o labrador, con la macla de la albita y Calsbad, en formas cristalinas con cierta tendencia al alargamiento. El mineral más característico de esta roca es el olivino, que a veces presenta formas cristalinas, basales y longitudinales, y es frecuente el apuntamiento agudo, en secciones *p* y *g'*. Se ven también muchas formas redondeadas y siempre tienen los bordes alterados, formando una aureola alrededor del cristal, que debe ser de bowlingita. Hay también productos ferruginosos en el interior del cristal. Hay augita abundante, muchas veces maclada en fajas múltiples y con algunas inclusiones de kaolín.





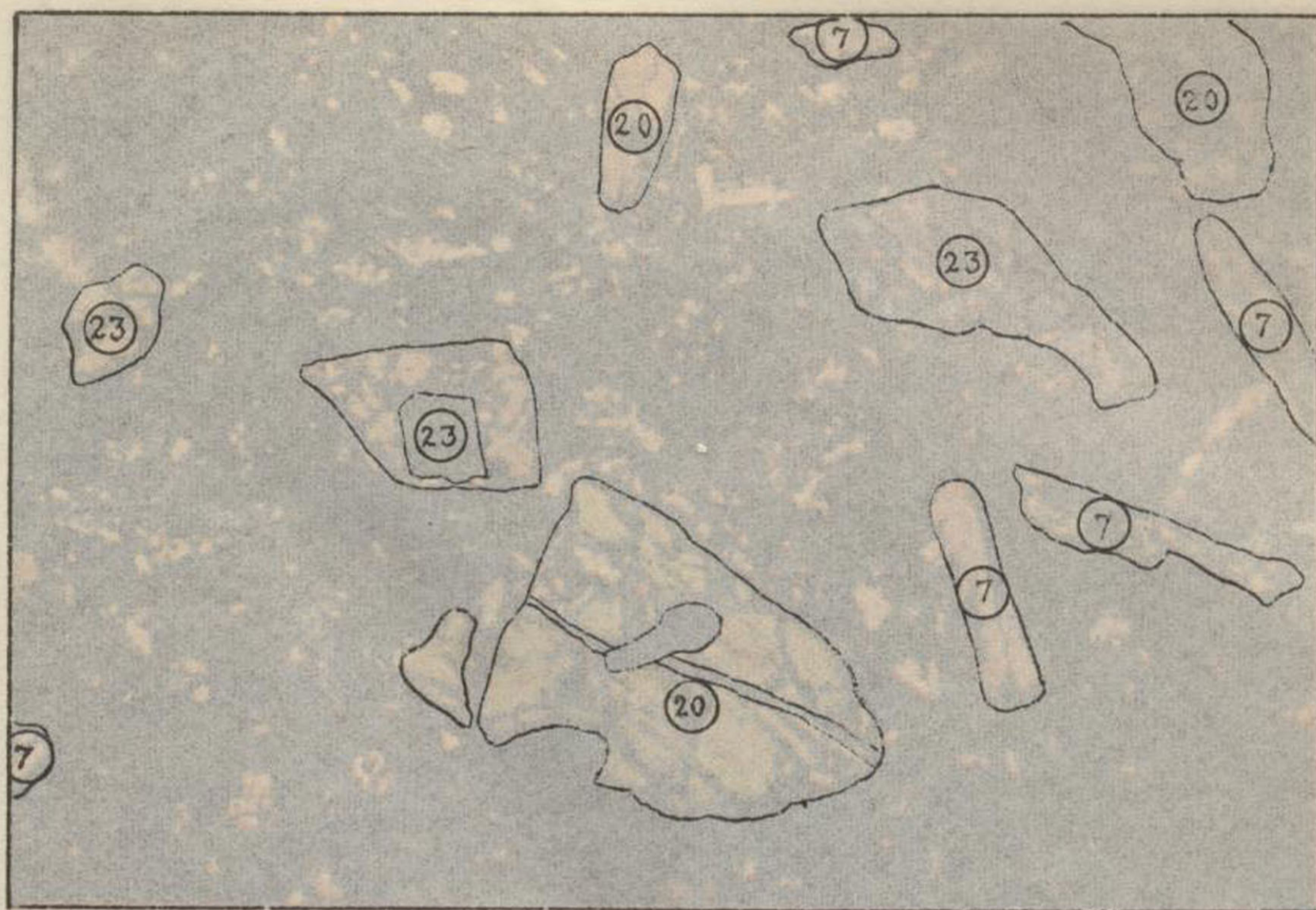


FIG. 3.—BASALTO DE SIDI-SALIM.

En una pasta con tendencia a la textura holocristalina, se presentan fenocristales de olivino con bowlingita (23), augita (20) y plagioclasa-andesita (7).  
 Datos ópticos: Luz polarizada; Nícoles cruzados; Objetivo «Planar»; 37 aumentos.

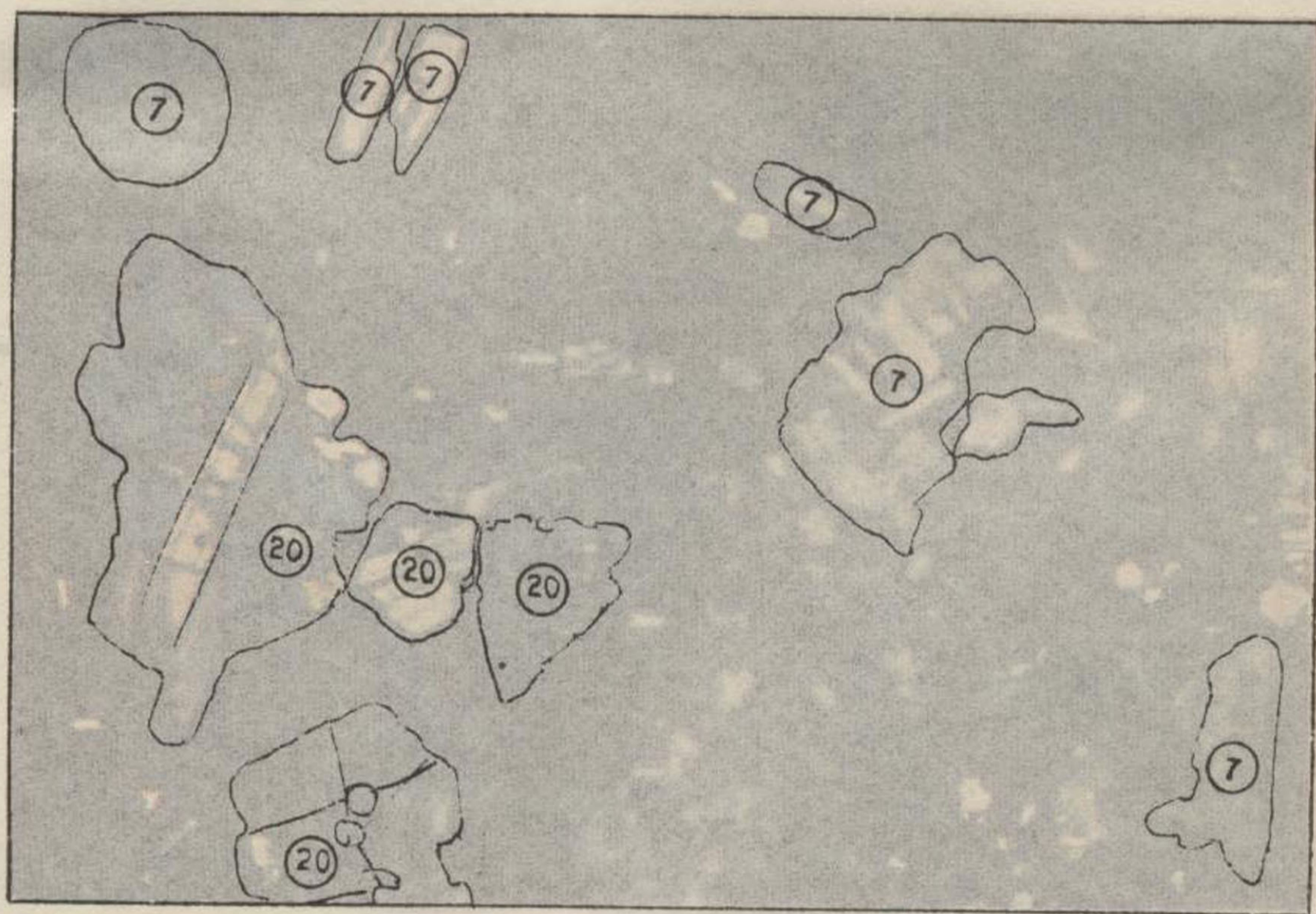


FIG. 4.—ANDESITA PIROXÉNICA DEL CARRIZO DE YOSUNA A SIDI-AMAR

Se presentan, en una pasta microcristalina, fenocristales de augita maclada (20), andesita (7), magnetita y apatita escasa.  
 Datos ópticos: Luz polarizada; Nícoles cruzados; Objetivo «Planar»; 37 aumentos.





FIG. 3.—BASALTO DE SIDI-SALEM.

En una pasta con tendencia a la textura holocristalina, se presentan fenocristales de olivino con bowlingita (23), augita (20) y plagioclasa-andesina (7).

*Datos ópticos:* Luz polarizada; Nícoles cruzados; Objetivo «Planar»; 37 aumentos.

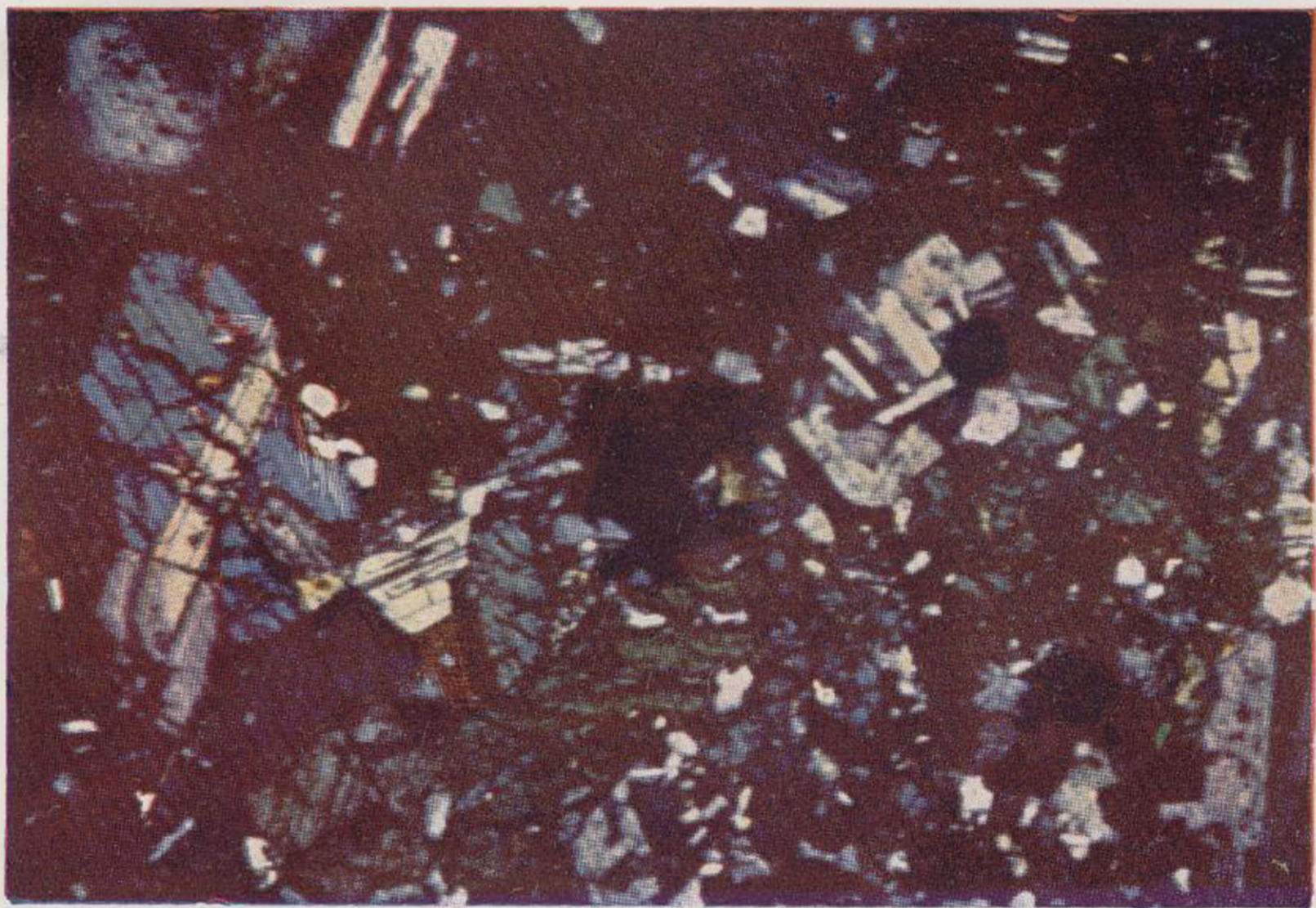


FIG. 4.—ANDESITA PIROXÉNICA DEL CAMINO DE YOSUNA A SIDI-AMAR

Se presentan, en una pasta microcristalina, fenocristales de augita maclada (20), andesina (7), magnetita y apatita escasa.

*Datos ópticos:* Luz polarizada; Nícoles cruzados; Objetivo «Planar»; 37 aumentos.



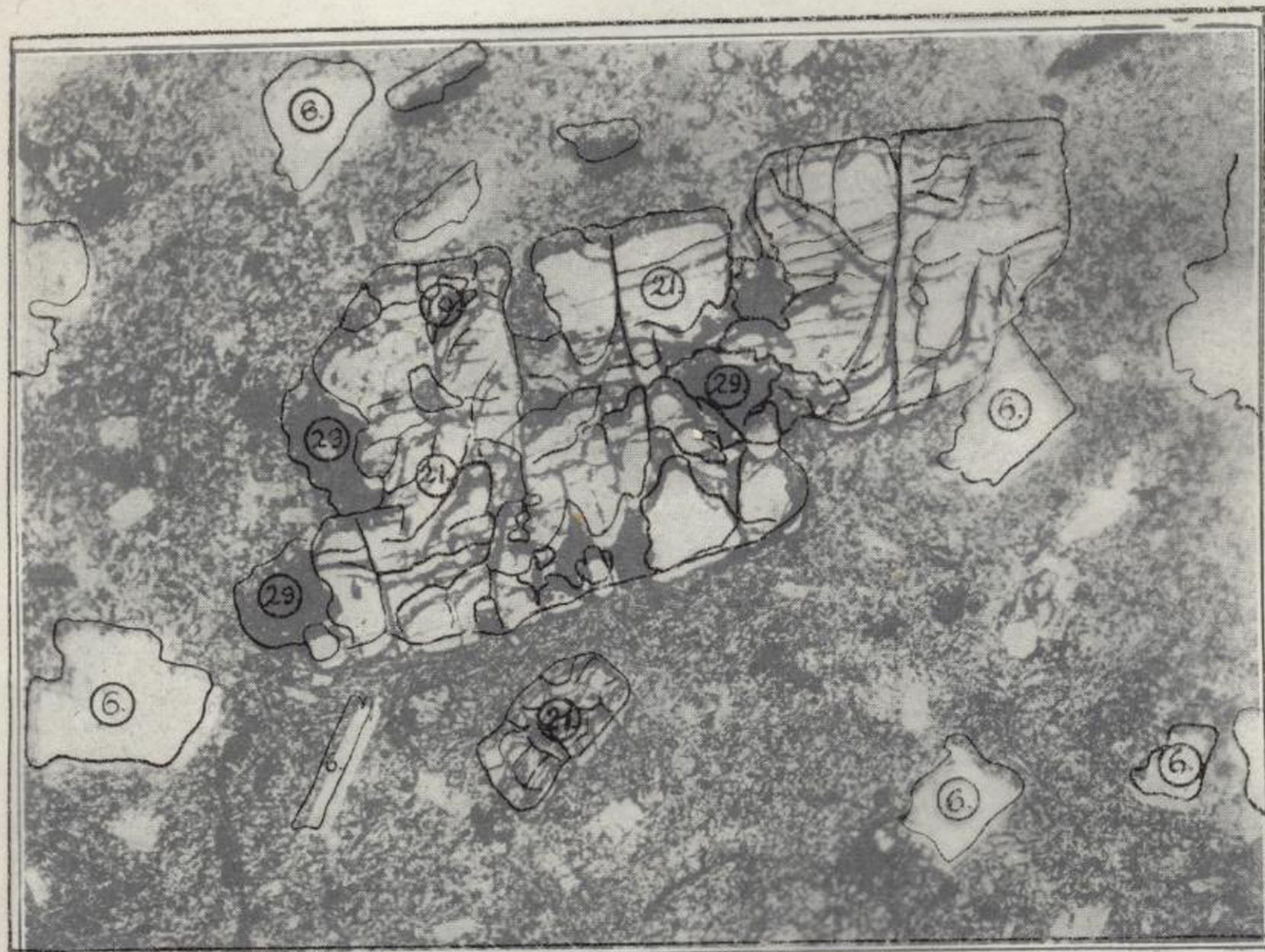


Fig. 13. — Cristal de enstatita en una traqui-andesita con augita y enstatita entre el zoco de Yemaa y Sebt.

El cristal de enstatita contiene inclusiones de magnetita (29) y oligisto (30). Se ven además en la fotografía otros cristales de enstatita (21) y de oligoclasa-andesina (6). La textura de la roca es hyalopilitica.

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar». — 37 aumentos.



Fig. 14. — Andesita del Atalayón.

En una pasta microcristalina con tendencia fluidal, se destacan fenocristales de andesina-labrador (7), enstatita (21), augita (20) y magnetita (29). Presenta vacuolas.

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar». — 45 aumentos.



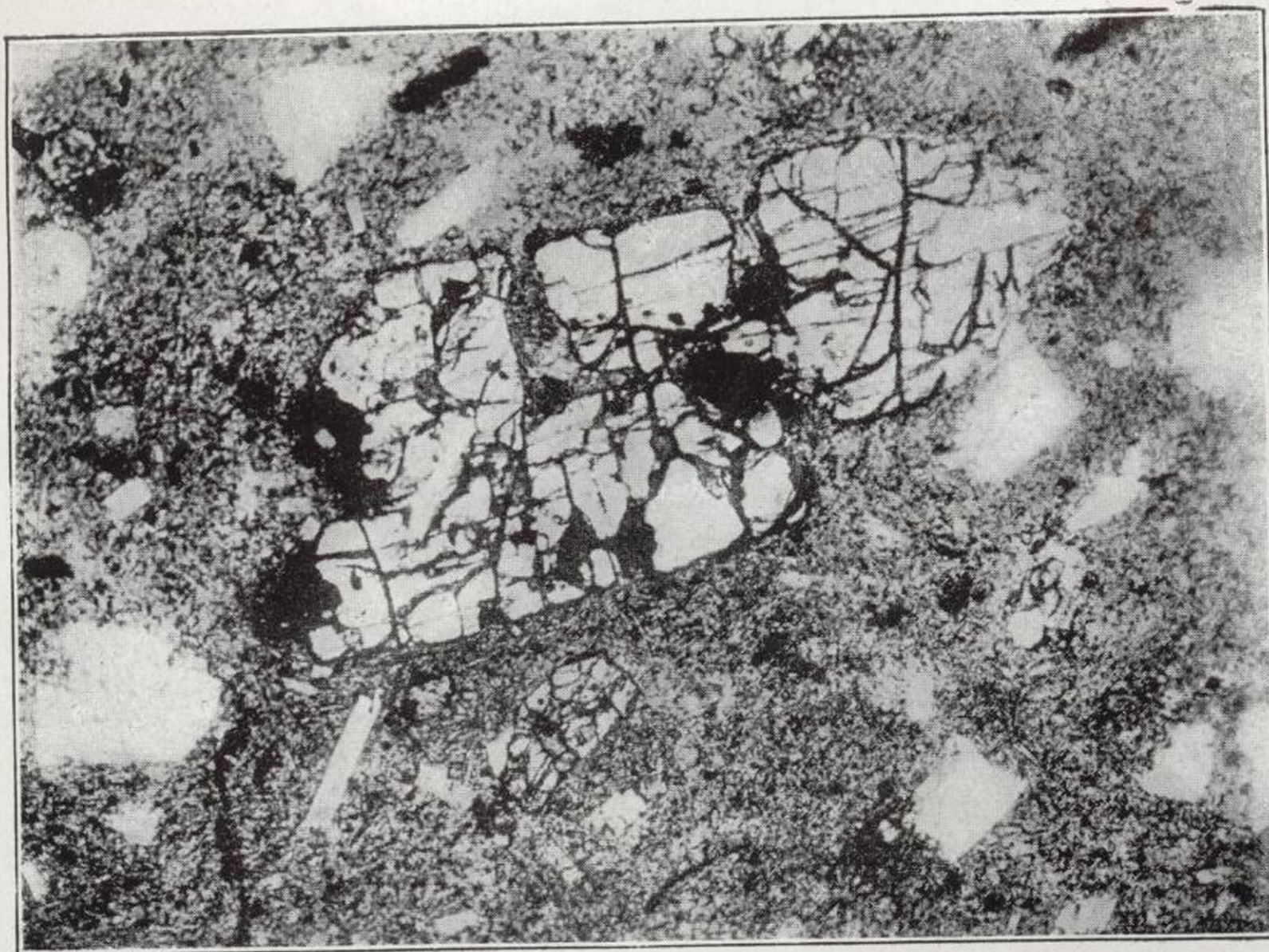


Fig. 13. — Cristal de enstatita en una traqui-andesita con augita y enstatita entre el zoco de Yemaa y Sebt.

El cristal de enstatita contiene inclusiones de magnetita (29) y oligisto (30). Se ven además en la fotografía otros cristales de enstatita (21) y de oligoclasa-andesina (6). La textura de la roca es hyalopilitica.

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar». —37 aumentos.



Fig. 14. — Andesita del Atalayón.

En una pasta microcristalina con tendencia fluidal, se destacan fenocristales de andesina-labrador (7), enstatita (21), augita (20) y magnetita (29). Presenta vacuolas.

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar». —45 aumentos.



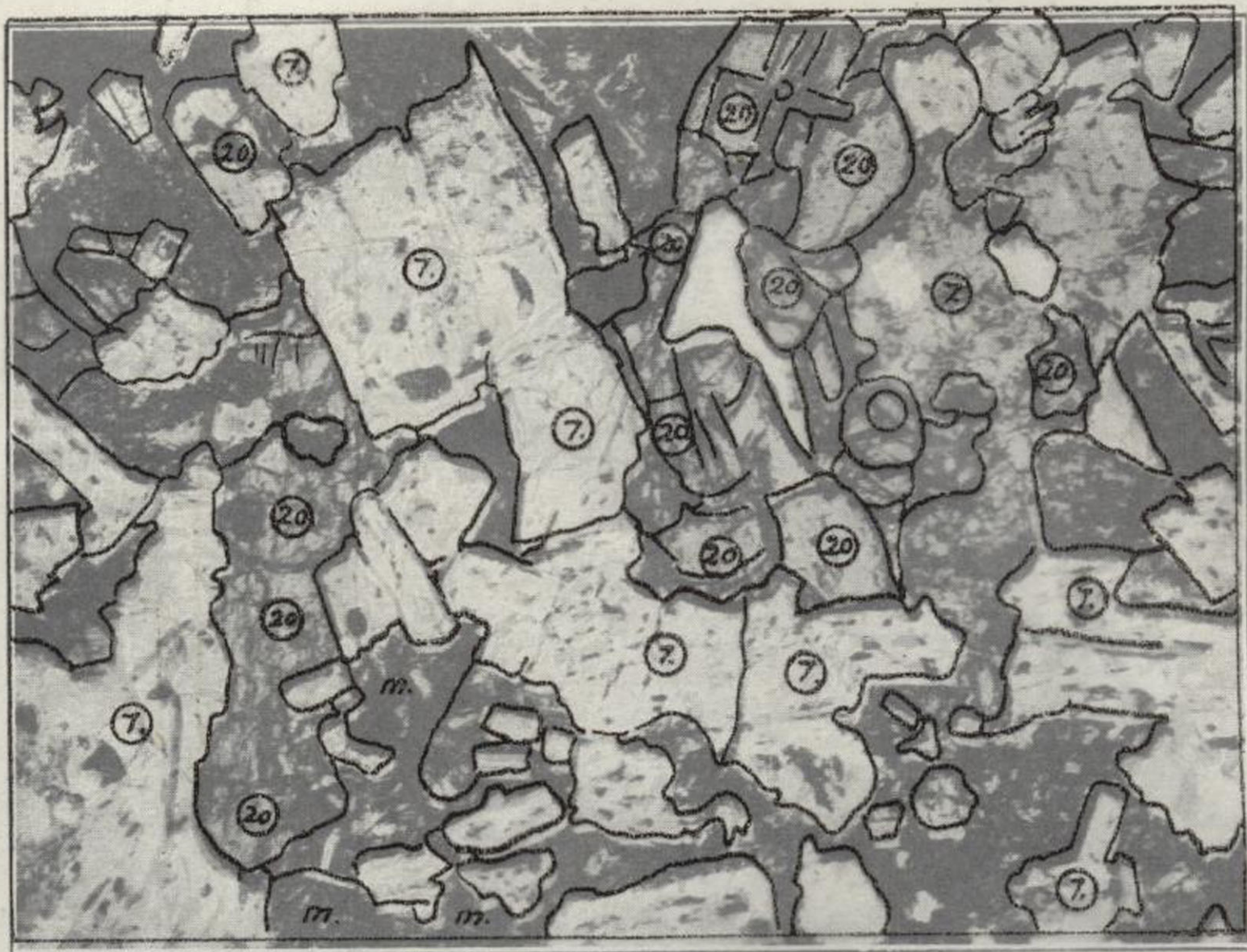


Fig. 15. — Agrupación de cristales en una andesita del Atalayón.

Se representa en esta fotografía una agrupación de cristales de feldespato (7), augita (20) y magnetita (29). Se ven en la figura algunos trocitos de la pasta (m).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar». — 59 aumentos.

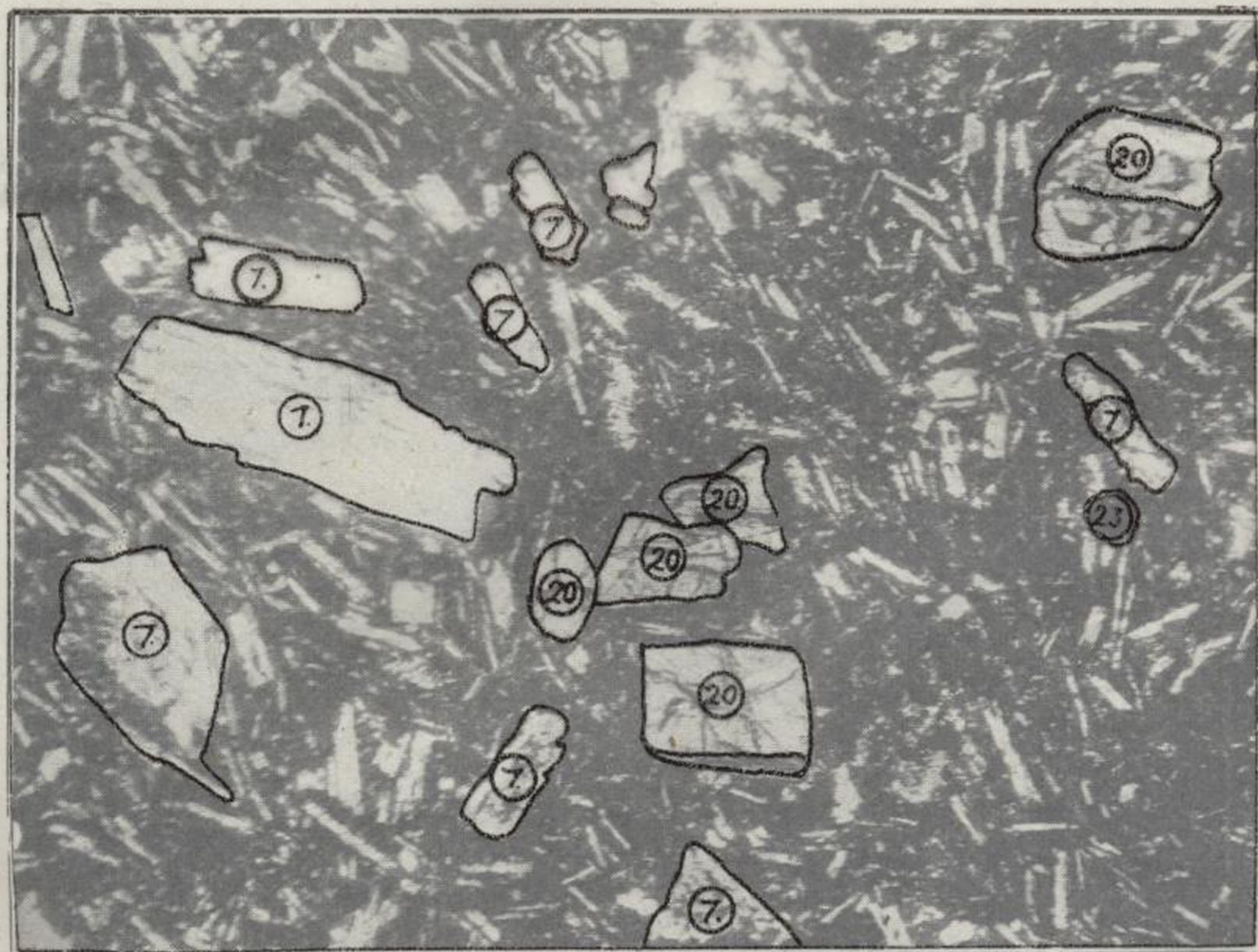


Fig. 16. — Basalto del Atalayón.

Una pasta microlítica con cristalitos muy alargados de plagioclasa, engloba cristales abundantes de andesina-labrador (7), augita (20), magnetita y olivino (23), en esta preparación poco abundante.

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar». — 45 aumentos.



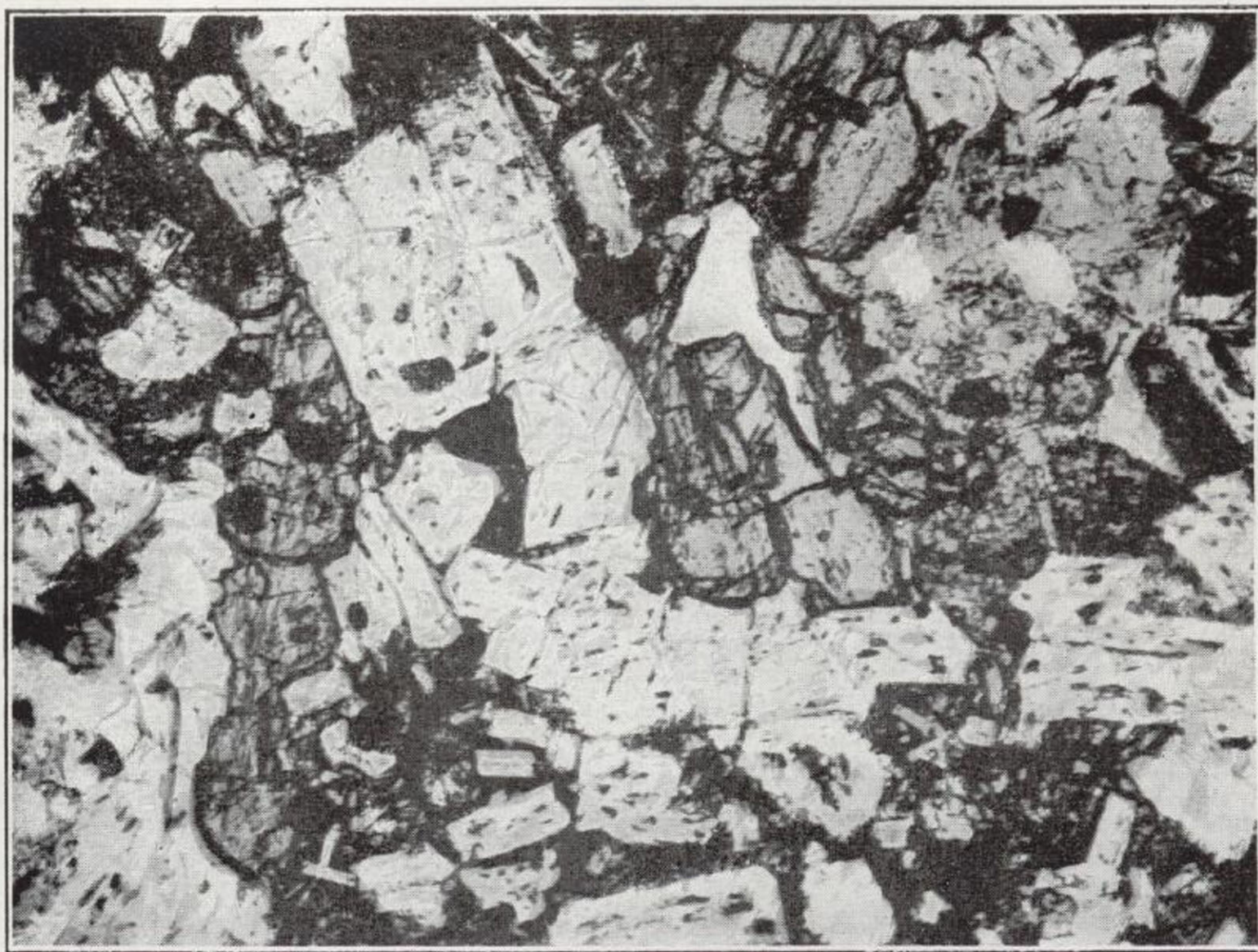


Fig. 15. — Agrupación de cristales en una andesita del Atalayón.

Se representa en esta fotografía una agrupación de cristales de feldespato (7), augita (20) y magnetita (29). Se ven en la figura algunos trocitos de la pasta (*m*).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—59 aumentos.

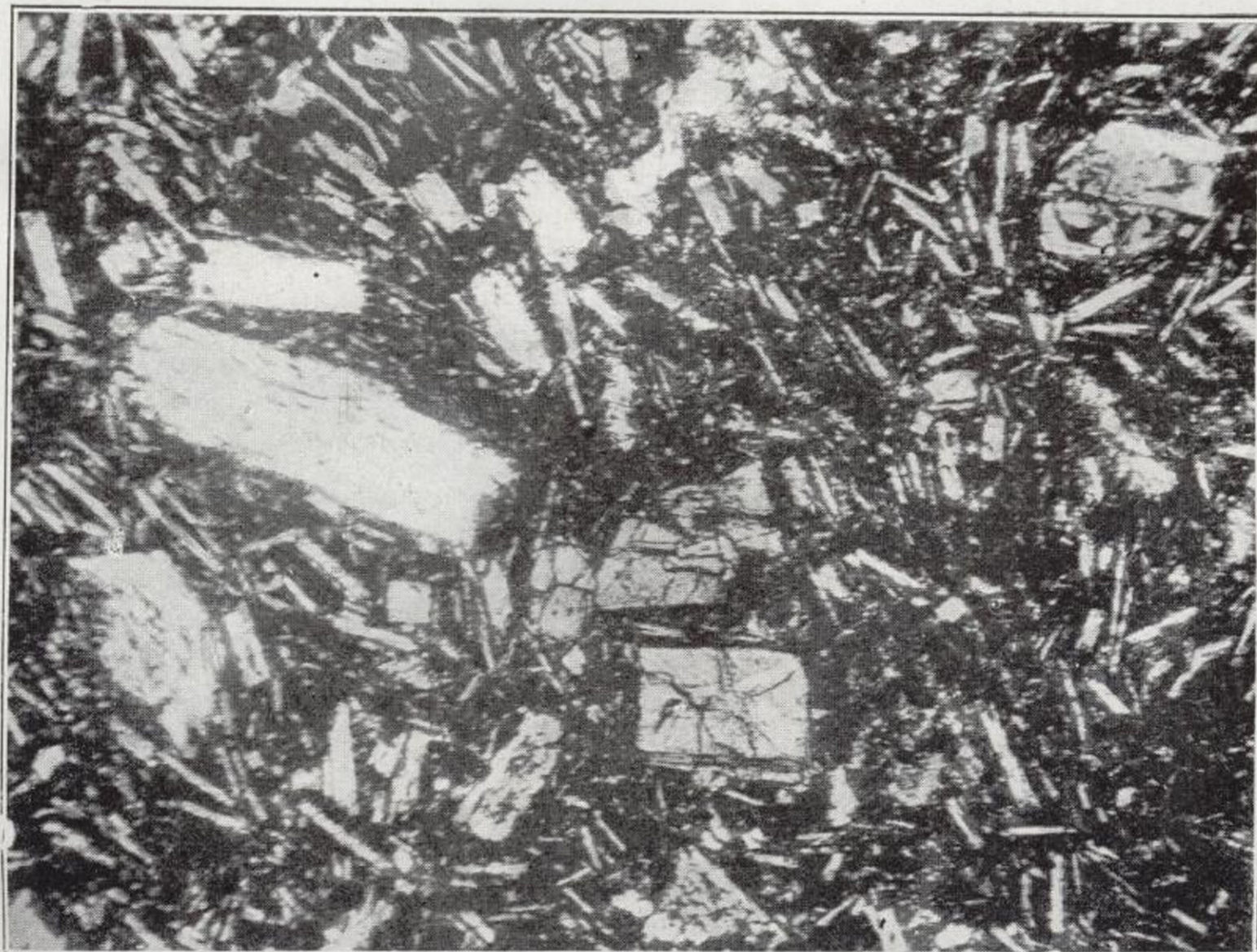


Fig. 16. — Basalto del Atalayón.

Una pasta microlítica con cristalitos muy alargados de plagioclasa, engloba cristales abundantes de andesina-labrador (7), augita (20), magnetita y olivino (23), en esta preparación poco abundante.

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—45 aumentos.



Hay muy poca magnetita. Es, pues, un basalto con tendencia a la textura holocristalina.

En el monte donde está situada la casa de Hamú, junto a Se-gangan, la roca allí existente ha tomado un color blanco, debido al kaolín, producido por la alteración de los feldespatos. Debió ser primitivamente roca vítrea fluidal con pocos fenocristales.

El Atalayón es un pequeño cerro, situado al Sur-Sudeste del Gurugú, unido a él, y que avanza sobre Mar Chica en forma de espigón. Está constituido por una roca de color pardo oscuro con tonos rojizos, dura y resistente, a veces con huecos, y correspondiendo al mismo grupo que las de los altos del Gurugú. Presenta los mismos caracteres que estas rocas (fot. núm. 14), magma microcristalino con algunos trozos pequeños vítreos, o sea textura hyalopilitica. Fenocristales de andesina o labrador. Mucha abundancia de augita, constituyendo el elemento ferromagnésico predominante, biotita alterada y algo de enstatita. Son muy frecuentes las aglomeraciones e interpenetraciones de todos estos minerales, existiendo sitios en las preparaciones donde la roca parece tomar una textura holocristalina, como se puede ver en la fotografía número 15. En una preparación he visto un cristal de hormablanda de color pardo, de forma apuntada, transformado en productos ferruginosos y con los bordes corroídos.

En una faja situada entre el Gurugú y el Atalayón, precisamente por donde van las vías del ferrocarril a Nador y la carretera, se ve una roca muy distinta a la anterior. Es de color pardo muy oscuro, sumamente dura y resistente, y presenta en muchas partes vacuolas grandes, generalmente de formas redondeadas, conservándose algunas huecas y otras rellenas de calcita. La pasta microcristalina está formada por feldespatos plagioclasa intermedios entre la andesina y el labrador, pero que tienen la particularidad de ser muy alargados, según  $pg'$ , y presentarse entrecruzados. En algunas preparaciones estos microlitos son muy grandes y suelen marcar una textura fluidal, como se puede apreciar en la fotografía número 16. También en la pasta hay microcristales de augita y olivino. Los fenocristales son de tres clases: plagioclasa muy es-



casa y en cristales pequeños, augita con los mismos caracteres de todas estas rocas y con las aglomeraciones características, alguna de éstas en forma de rueda, y, por último, olivino en general en cristales pequeños y rodeado de la aureola característica. Se observan dentro de la augita y de los feldespatos cristales de olivino. Como ya hemos dicho, esta roca presenta vacuolas tapizadas de cuarzo secundario formando geodas y rellenas de calcita. En alguna preparación los cristales de olivino se presentan de bastante tamaño y con sus formas muy bien definidas, como se puede ver en la fotografía número 17.

En las estribaciones al Norte del Gurugú, en el nacimiento del barranco de Haduba, se presenta una obsidiana andesítica descompuesta, de color gris ceniza, con tonos rojizos y de textura vítrea, constituida por algunos microcristales de labrador y grandes partes vítreas, de textura fluidal con tendencia a la esferolítica. Los piroxenos están muy alterados, conservándose aún algunos pequeños restos sin descomponer. También hay biotita muy alterada. Se observa en esta preparación una sección exagonal perfecta con un borde de magnetita y formado en el interior por esfena, magnetita y elementos de la pasta; recuerda una sección basal de la biotita. Hay también en este sitio rocas de aspecto completamente vítreo y de un color amarillento, blanco y rojizo. Examinadas al microscopio, se ve que son también obsidianas muy metamórficas con tendencia a la textura esferolítica. Los feldespatos muy kaolinizados y los elementos ferromagnéticos transformados en productos ferruginosos y cloritosos reabsorbidos por el magma. Se ven también esferulitos de calcedonia perfectos y presentando capas concéntricas siguiendo la forma exterior del cristal. Hay también un poco de cuarzo.

En Dmajuana, al Norte también del Gurugú, se presenta una obsidiana análoga a las anteriores.

En Hach-Chauí, al Norte del Gurugú, ya en la cuenca del río de Oro, aparece una roca de pasta microcristalina con partes vítreas. Los microcristales son muy alargados, y a veces alcanza tanto tamaño, que ya no se les puede llamar microlitos, parece

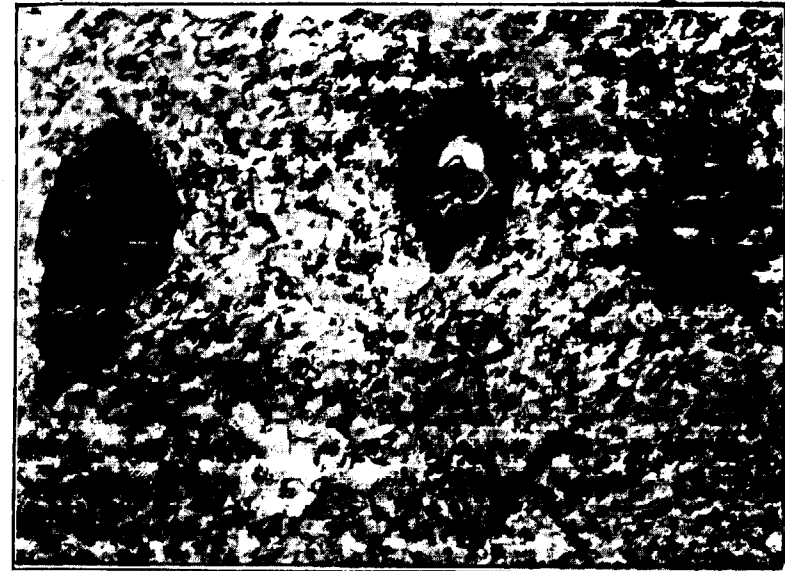


Fig. 17. — Basalto próximo al Atalayón.

En una pasta microcristalina feldespática con elementos ferromagnéticos, se destacan fenocristales de olivino (23), en parte transformado en productos ferruginosos, augita (20), magnetita y oligisto.

Datos ópticos: Luz natural. Objetivo «Planar».—37 aumentos.

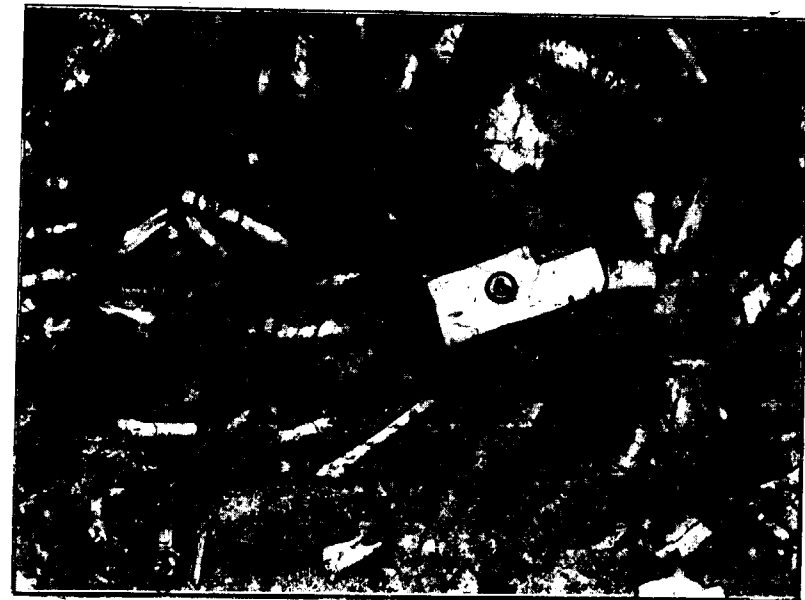


Fig. 18. — Traquita recogida en sitio próximo a Hach Chauí (Gurugú).

Se puede observar en la fotografía los cristales alargados de sanidino (3) con las grietas transversales rellenas de productos ferruginosos, y un cristal de oligoclase-andesina (6) y cristallitos de hematites roja (30).

Datos ópticos: Luz natural. Objetivo «Planar».—59 aumentos.



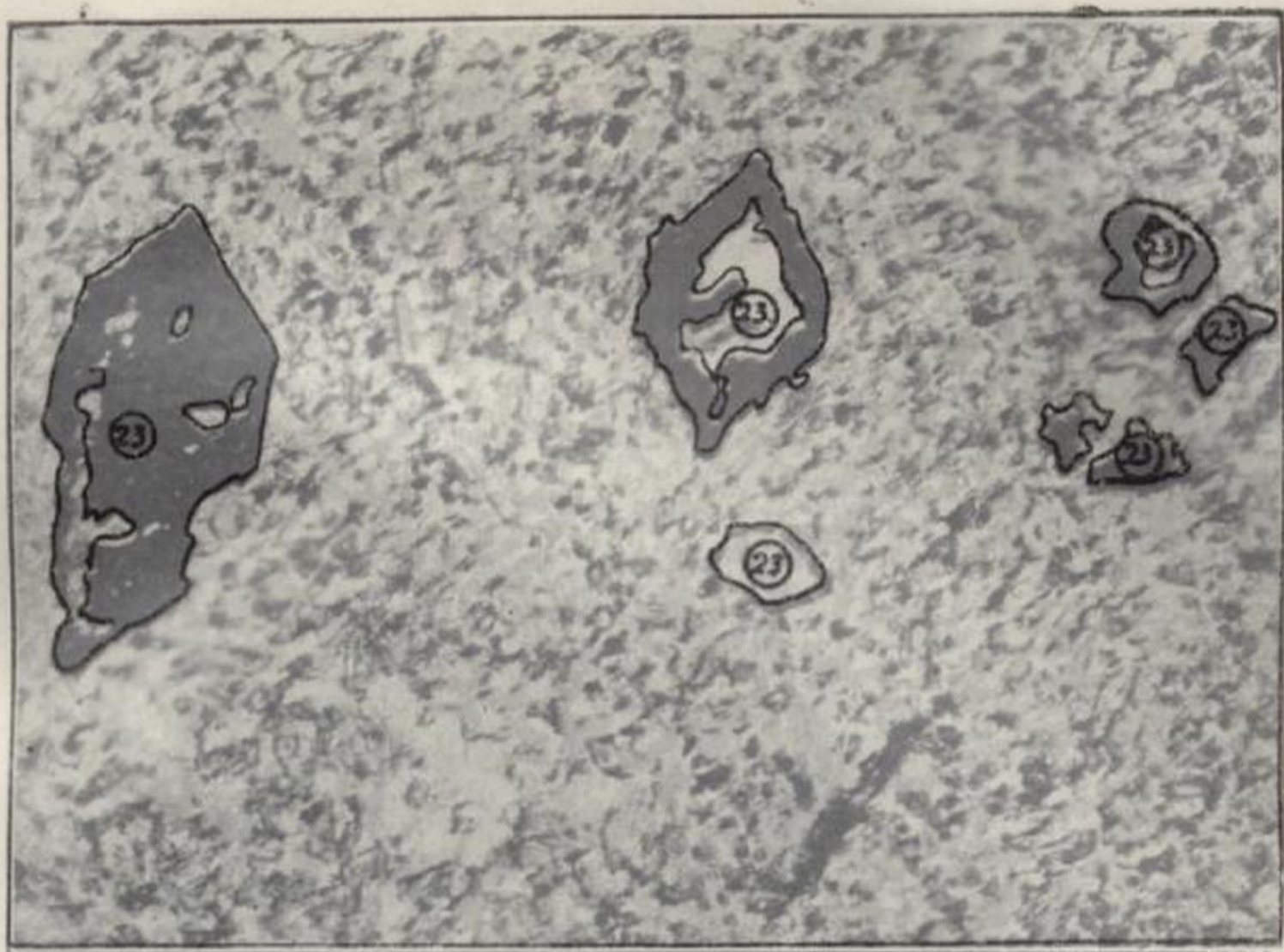


Fig. 17. — Basalto próximo al Atalayón.

En una pasta microcristalina feldespática con elementos ferromagnésicos, se destacan fenocristales de olivino (23), en parte transformado en productos ferruginosos, augita (20), magnetita y oligisto.

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—37 aumentos.



Fig. 18. — Traquita recogida en sitio próximo a Hach Chauí (Gurugú).

Se puede observar en la fotografía los cristales alargados de sanidino (3) con las grietas transversales rellenas de productos ferruginosos, y un cristal de oligoclasa-andesina (6) y cristálitos de hematitas roja (30).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—50 aumentos.



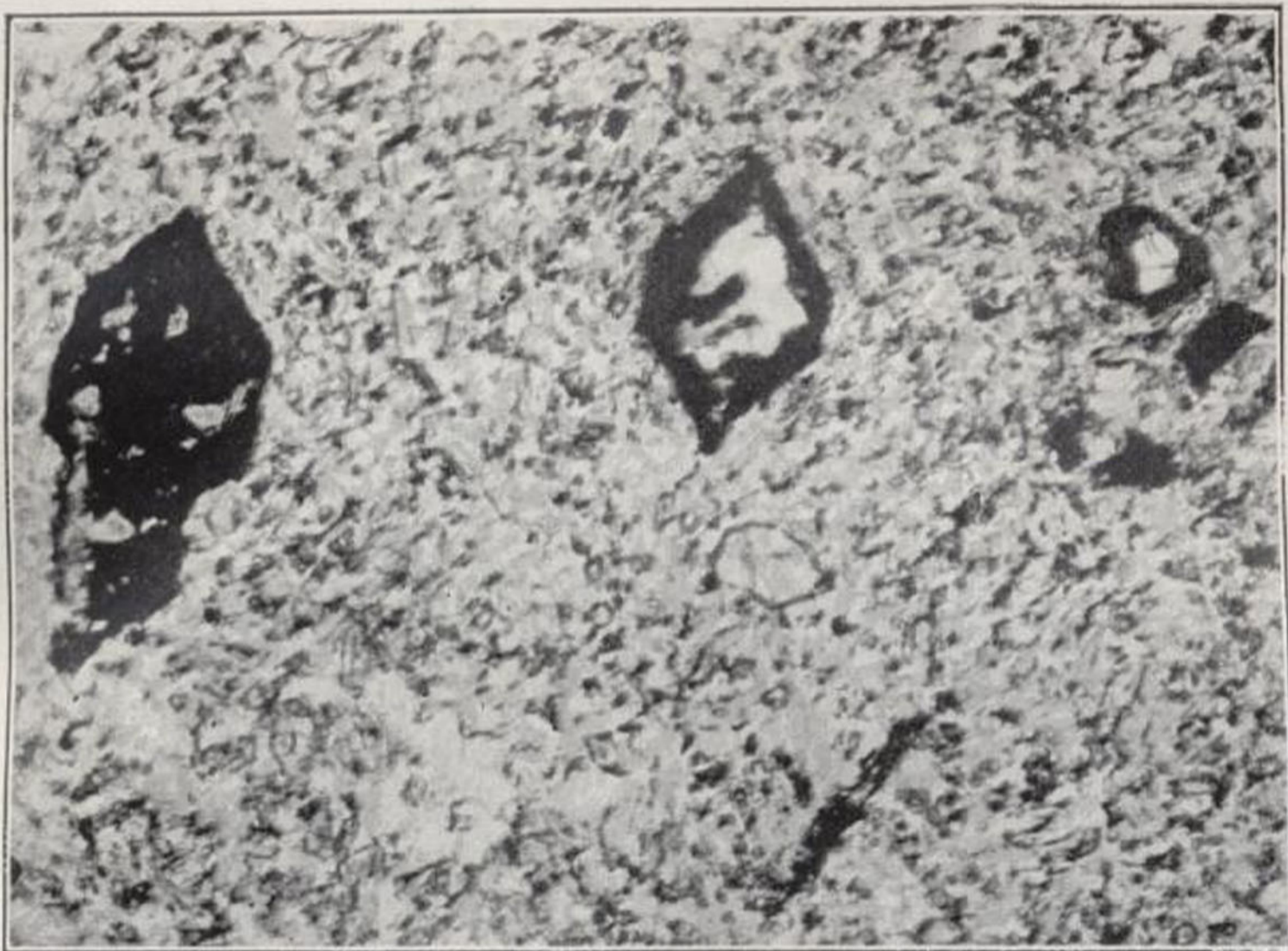


Fig. 17. — Basalto próximo al Atalayón.

En una pasta microcristalina feldespática con elementos ferromagnéticos, se destacan fenocristales de olivino (23), en parte transformado en productos ferruginosos, augita (20), magnetita y oligisto.

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—37 aumentos.



Fig. 18. — Traquita recogida en sitio próximo a Hach Chaui (Gurugú).

Se puede observar en la fotografía los cristales alargados de sanidino (3) con las grietas transversales rellenas de productos ferruginosos, y un cristal de oligoclasa-andesina (6) y cristálitos de hematites roja (30).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—59 aumentos.



ser de oligoclasa o andesina. Los fenocristales, escasísimos y de tamaño pequeño, son de feldespato, plagioclasa y sanidino, y hay también algo de magnetita. Esta roca corresponde a una traquiandesita muy feldespática.

Próximo a Hach-Chaui, en la cuenca también del río de Oro, hay una roca muy feldespática como la anterior (fot. 18), pero la pasta es granuda y en ella se destacan los cristales. Los hay de sanidino, de todos tamaños, agrietados transversalmente, maclados según Calsbad, y rellenas las grietas por hematites roja, hidróxidos de hierro y magma. También los hay muy pequeños, casi como microlitos, con los caracteres que acabamos de enumerar. Los cristales grandes de sanidino se agrupan, existiendo interpenetraciones. Presenta también plagioclasa comprendido entre el oligoclasa y la andesina. Nos ha parecido ver la biotita alterada en la forma de siempre. Hemos podido observar augita maclada en sección basal. Toda la pasta está salpicada de trocitos de hematites roja. Hay un poco de esfena. Es, por tanto, una traquiandesita.

En el collado de Hardú existe una roca vítrea, que, examinada por transparencia, tiene un color blanco amarillento muy claro, pero que es completamente isotrópica. Se ven rarísimos microlitos feldespáticos. No hay fenocristales. Constituye una obsidiana.

En Idun, también al Norte del Gurugú, en sitio ya próximo a la meseta terciaria, se encuentra una roca negra homogénea, dura, resistente, compacta, que examinada al microscopio, presenta una pasta en su mayor parte microcristalina, con residuos vítreos y textura fluidal. Los microlitos de feldespato muy alargados son de labrador. Hay también microcristales de olivino, en su mayoría alterados en productos ferruginosos. Los fenocristales de labrador algo kaolinizados y con las maclas de Calsbad y la albita, algunas veces, con grandes inclusiones magmáticas de formas redondeadas. Hay abundante augita de formas cristalinas muy claras con la macla, según *h'*, muy frecuente, a veces con inclusiones magmáticas y en algún cristal con sus bordes urutilizados. Se ven también granos y algún cristal pequeño de olivino, la mayoría de las veces convertidos en productos ferruginosos. Hay algunas va-



cuolas pequeñas rellenas de calcita. Es un basalto con poco olivino.

En el mismo Idun hemos recogido ejemplares de este basalto en los que los fenocristales son de muy pequeño tamaño, y en que el poco olivino que se encuentra está aún más descompuesto.

En río de Oro hay un basalto negro, denso y consistente, de textura homogénea, y en el que se pueden examinar varias acciones de metamorfismo. Los feldespatos están transformados en kaolín y arcilla. Es abundante en elementos ferromagnéticos, y presenta fenocristales de augita y olivino, este último muy abundante y en general bastante sano, aunque, como siempre, presenta la aureola ferruginosa. Los piroxenos están bastante alterados, y hemos visto rodeando a un mosaico de cuarzo secundario una faja formada por cristales sumamente pequeños de piroxeno, alargados según la arista  $g'h'$ , entrecruzados, haciendo el efecto de que fueran cristales que tapizaran una geoda que posteriormente fué llena de productos secundarios. En las preparaciones de esta roca también se ven esferulitos de cuarzo secundario, mucha magnetita, y productos ferruginosos debidos a la alteración de los elementos ferromagnéticos. Es, pues, un basalto en donde se dejan ver los fenómenos de metamorfismo y silicificación.

En los alrededores del zoco el Had hemos visto rocas de un color gris pardo, a veces de textura compacta y otras veces con vacuolas. Una, recogida en el mismo zoco el Had (fot. 20), presenta una masa microcristalina fluidal, constituida por microlitos de feldespato, que por su extinción se aproximan al labrador, microcristales de augita y óxidos e hidróxidos de hierro. Se ven fenocristales: escasos los de plagioclasa muy kaolinizados; un poco más abundantes los de augita, presentando sus agrupaciones características y alguno pequeño de magnetita. Los compuestos ferruginosos que abundan en la preparación, parecen proceder de fumarolas. Si hubo olivino, existió sólo en microcristales y está po completo alterado. Se trata, por tanto, de una labradorita en tránsito al basalto.

Al Oeste y Noroeste del Gurugú, en la región de Samma

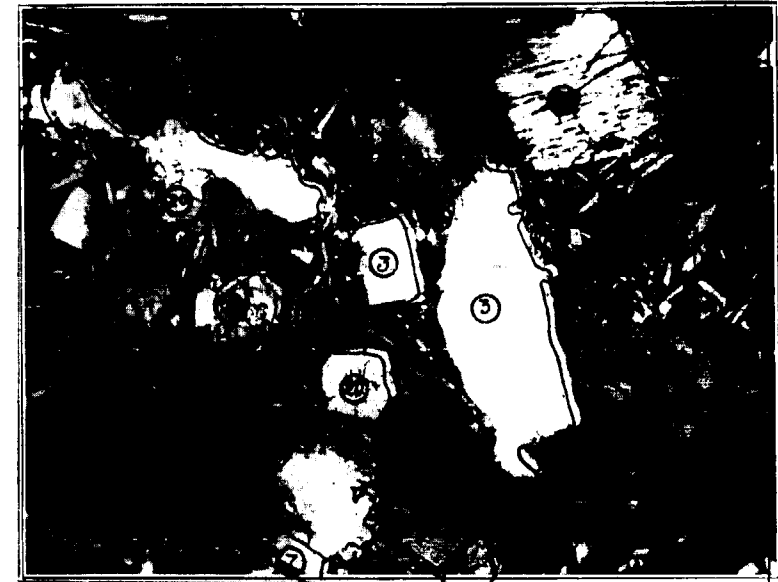


Fig. 19. — Basalto de Idun. }

La roca representada en la fotografía contiene una pasta microcristalina entrecruzada, que engloba cristales de labrador (7), sanidino (3), augita (20) y olivino (23) escaso.

Datos ópticos: Luz natural. Objetivo «Planar». —37 aumentos.



Fig. 20. — Labradorita de zoco el Had en Río de Oro.

En una pasta formada por microlitos alargados de labrador sumamente abundantes, algunos microcristales de augita y productos ferruginosos, se destacan los fenocristales de augita (20).

Datos ópticos: Luz natural. Objetivo «Planar». —45 aumentos.



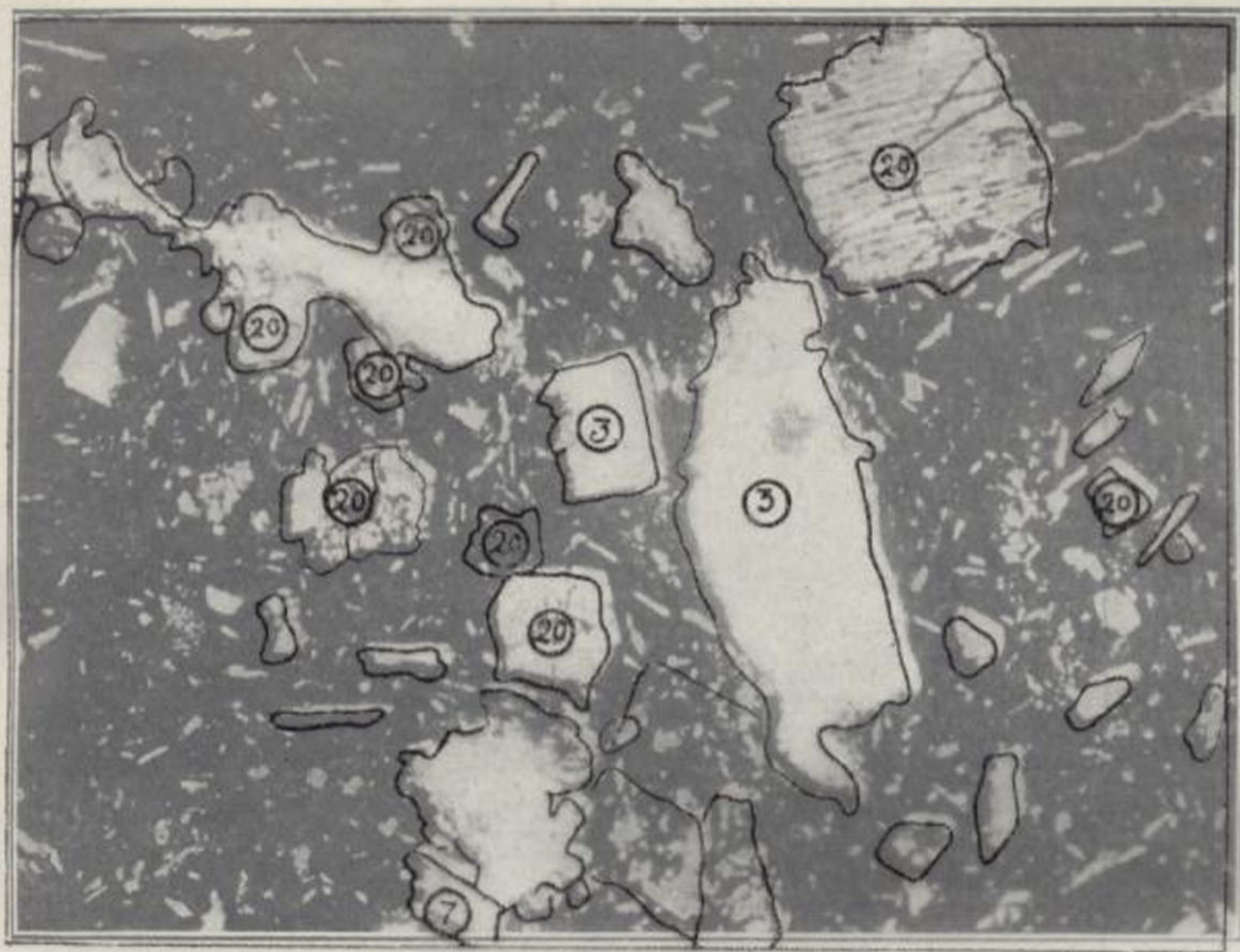


Fig. 19. — Basalto de Idun.!

La roca representada en la fotografía contiene una pasta microcristalina entrecruzada, que engloba cristales de labrador (7), sanidino (3), augita (20) y olivino (23) escaso.

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar». — 37 aumentos.

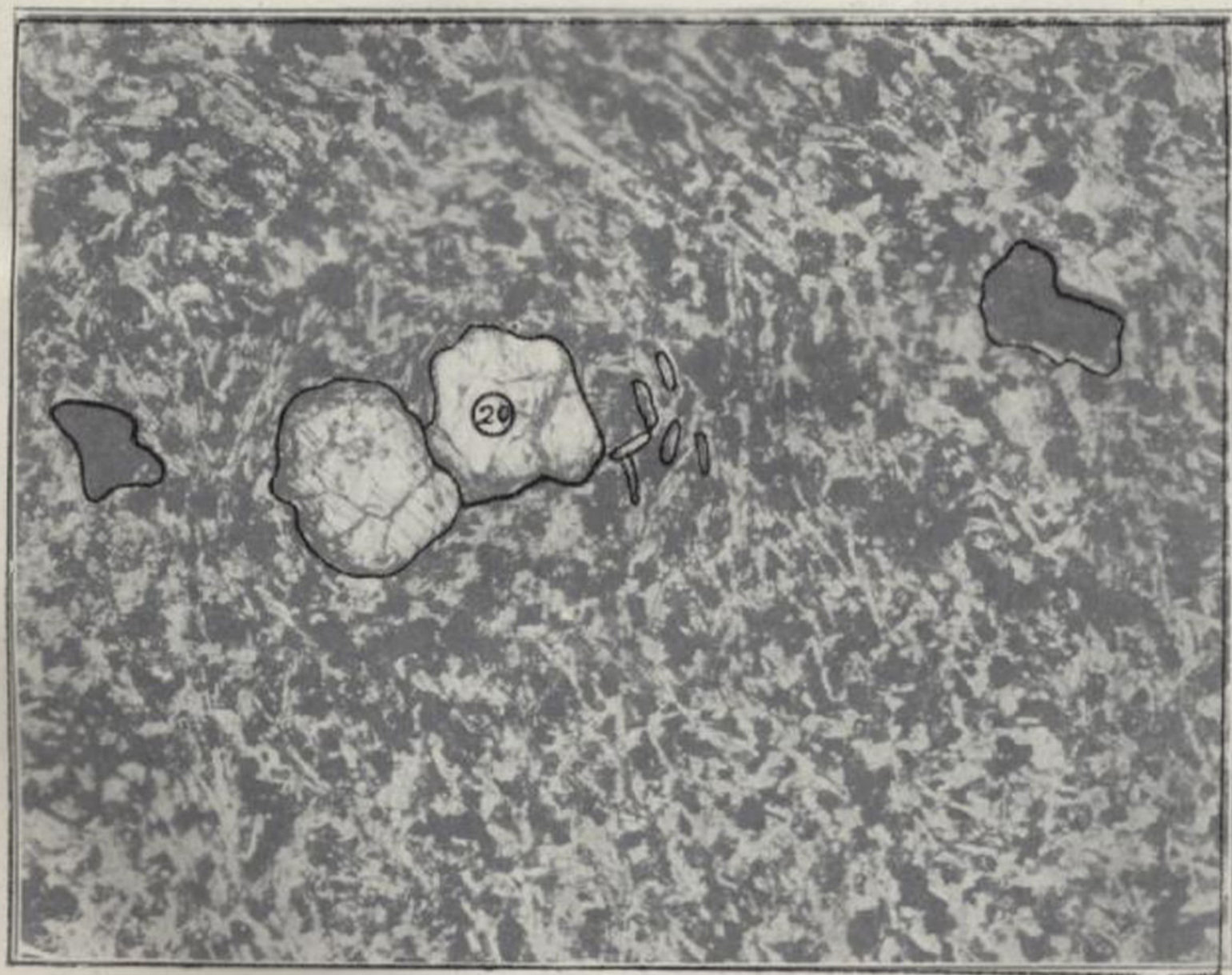


Fig. 20. — Labradorita de zoco el Had en Río de Oro.

En una pasta formada por microlitos alargados de labrador sumamente abundantes, algunos microcristales de augita y productos ferruginosos, se destacan los fenocristales de augita (20).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar». — 45 aumentos.





Fig. 19. — Basalto de Idun. †

La roca representada en la fotografía contiene una pasta microcristalina entrecruzada, que engloba cristales de labrador (7), sanidino (3), augita (20) y olivino (23) escaso.

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—37 aumentos.

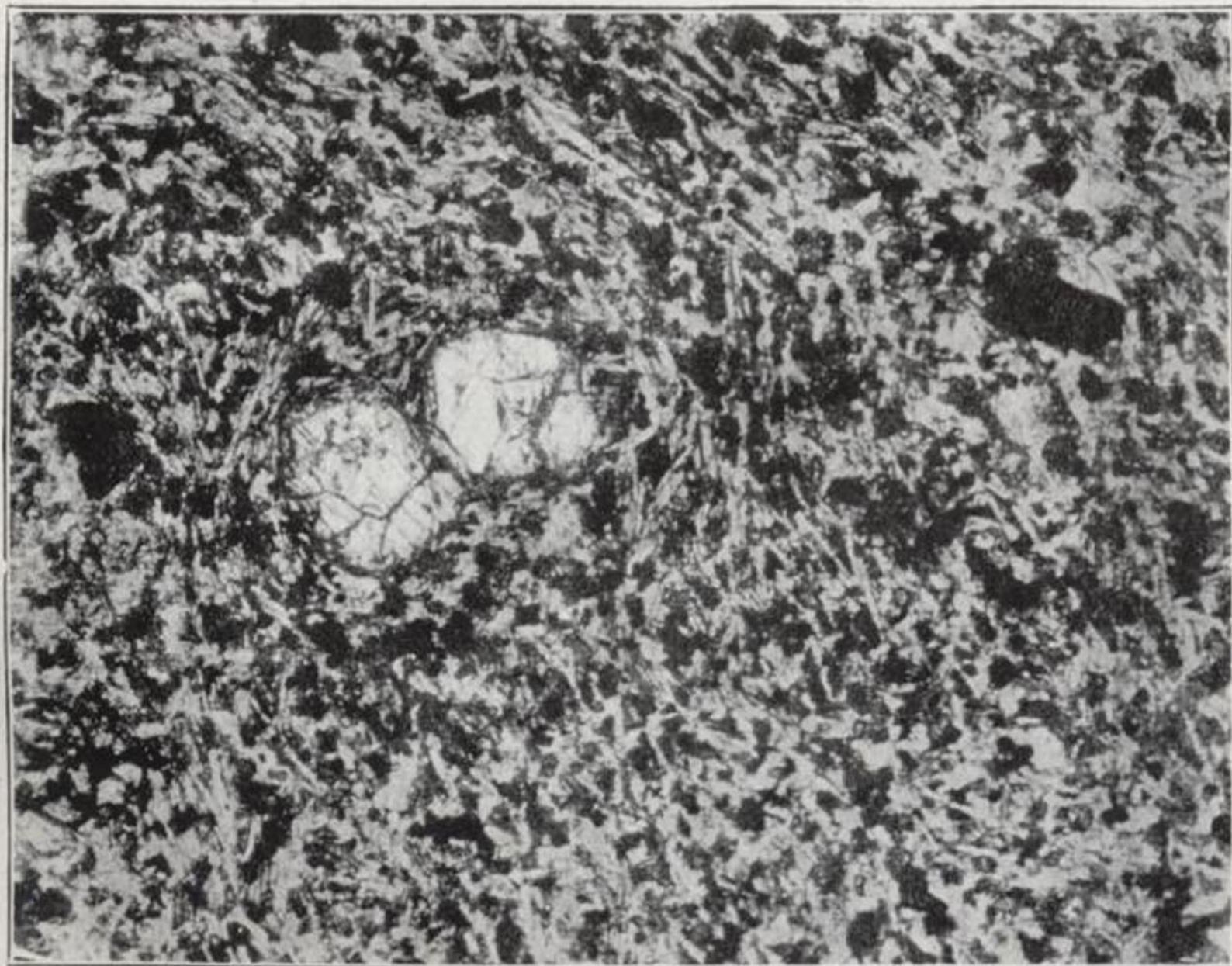


Fig. 20. — Labradorita de zoco el Had en Río de Oro.

En una pasta formada por microlitos alargados de labrador sumamente abundantes, algunos microcristales de augita y productos ferruginosos, se destacan los fenocristales de augita (20).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—45 aumentos.



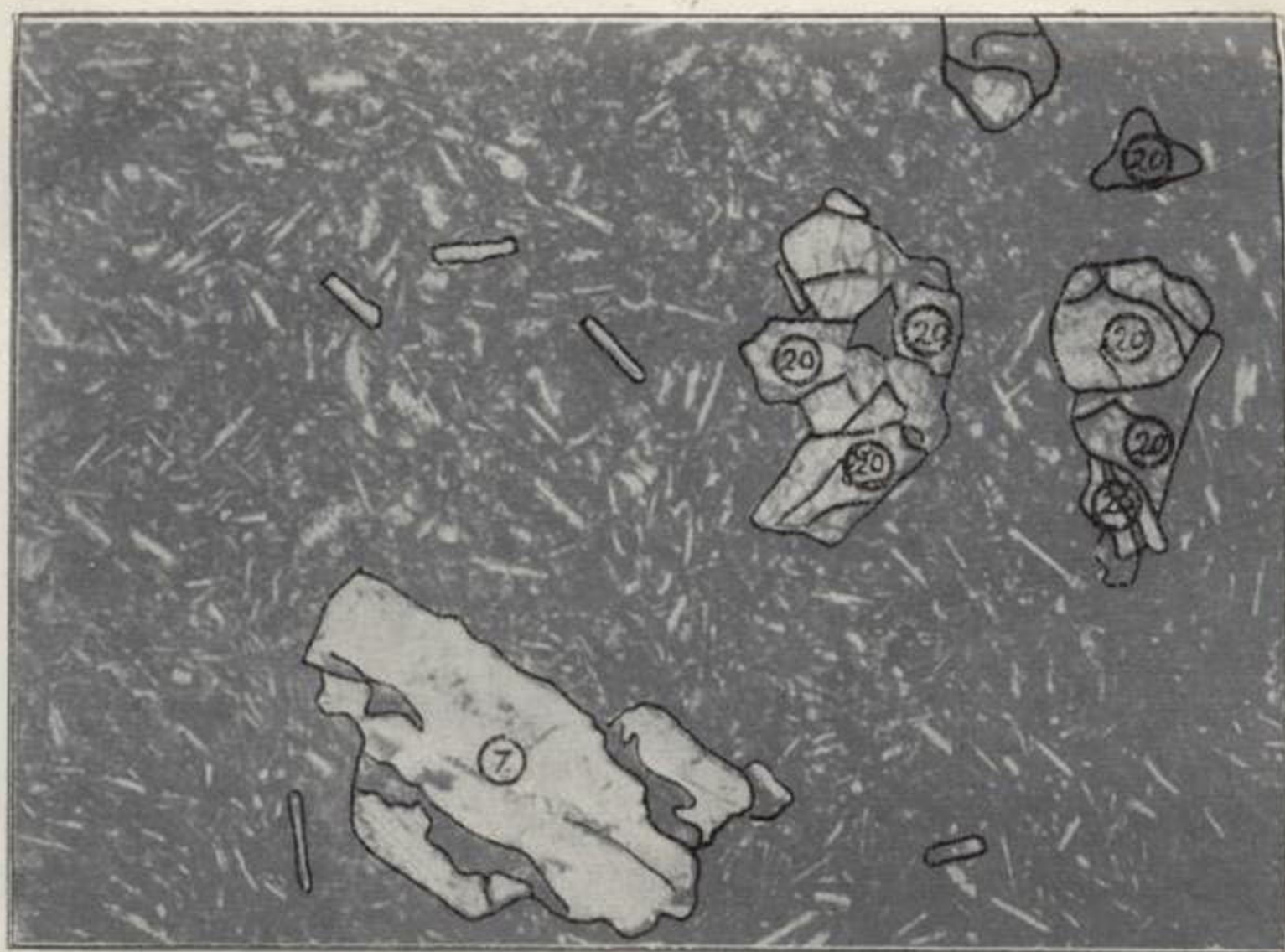


Fig. 21. — Andesita de Punta Negri.

En la roca representada en la fotografía se puede ver bien la textura pilotáxica. La pasta engloba cristales de plagioclasa (7) y agrupaciones de cristales de augita (20).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—59 aumentos.

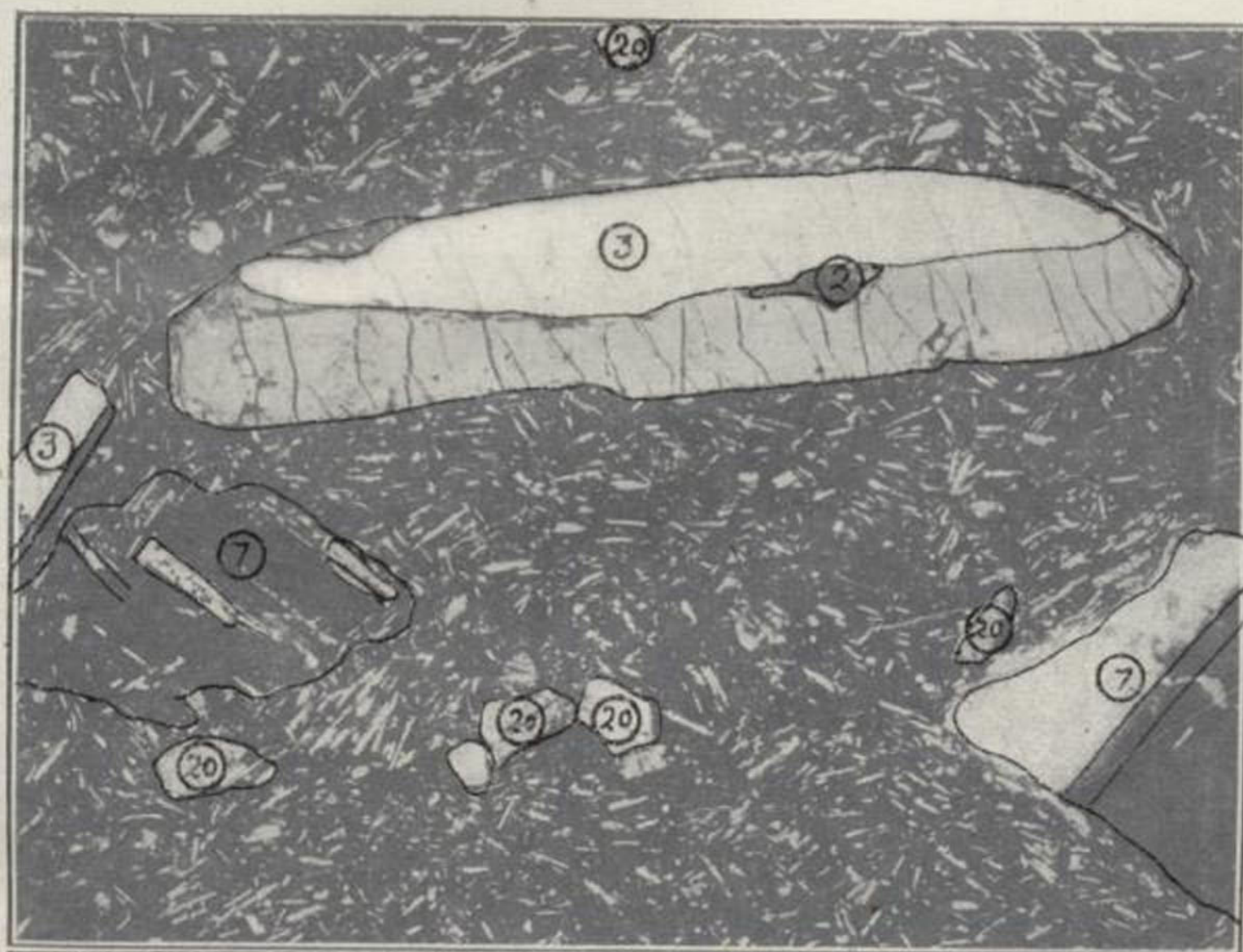


Fig. 22. — Traqui-andesita de Punta Negri.

En una pasta microcristalina formada por microcristales de feldespato y augita se destacan fenocristales grandes de sanidino (3), andesina-labrador (7), augita (20) y magnetita. El cristal grande maclado de sanidino presenta las grietas características y algo de muscovita (2).

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar».—45 aumentos.



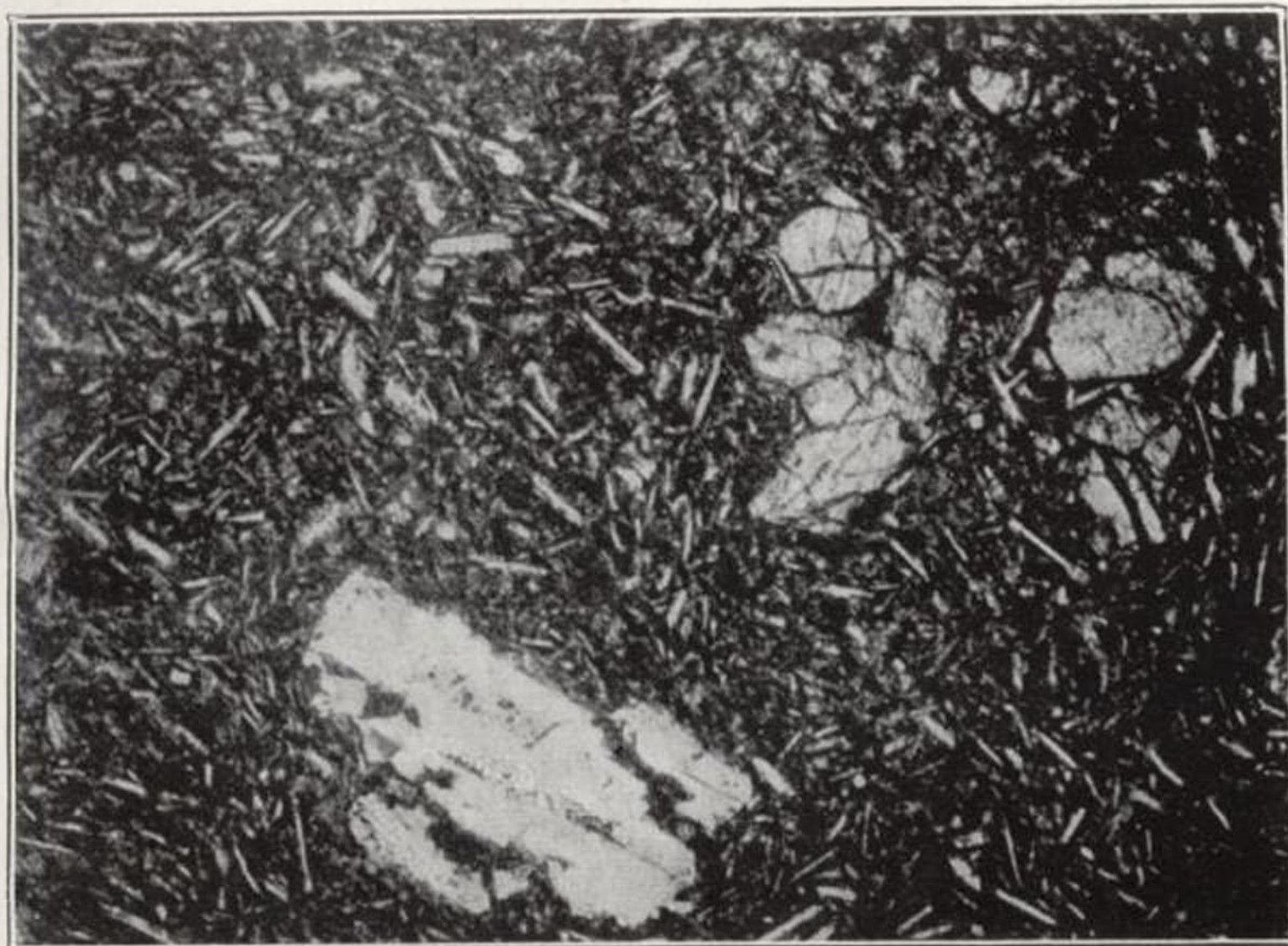


Fig. 21. — Andesita de Punta Negri.

En la roca representada en la fotografía se puede ver bien la textura pilotáxica. La pasta engloba cristales de plagioclasa (7) y agrupaciones de cristales de augita (20).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—59 aumentos.

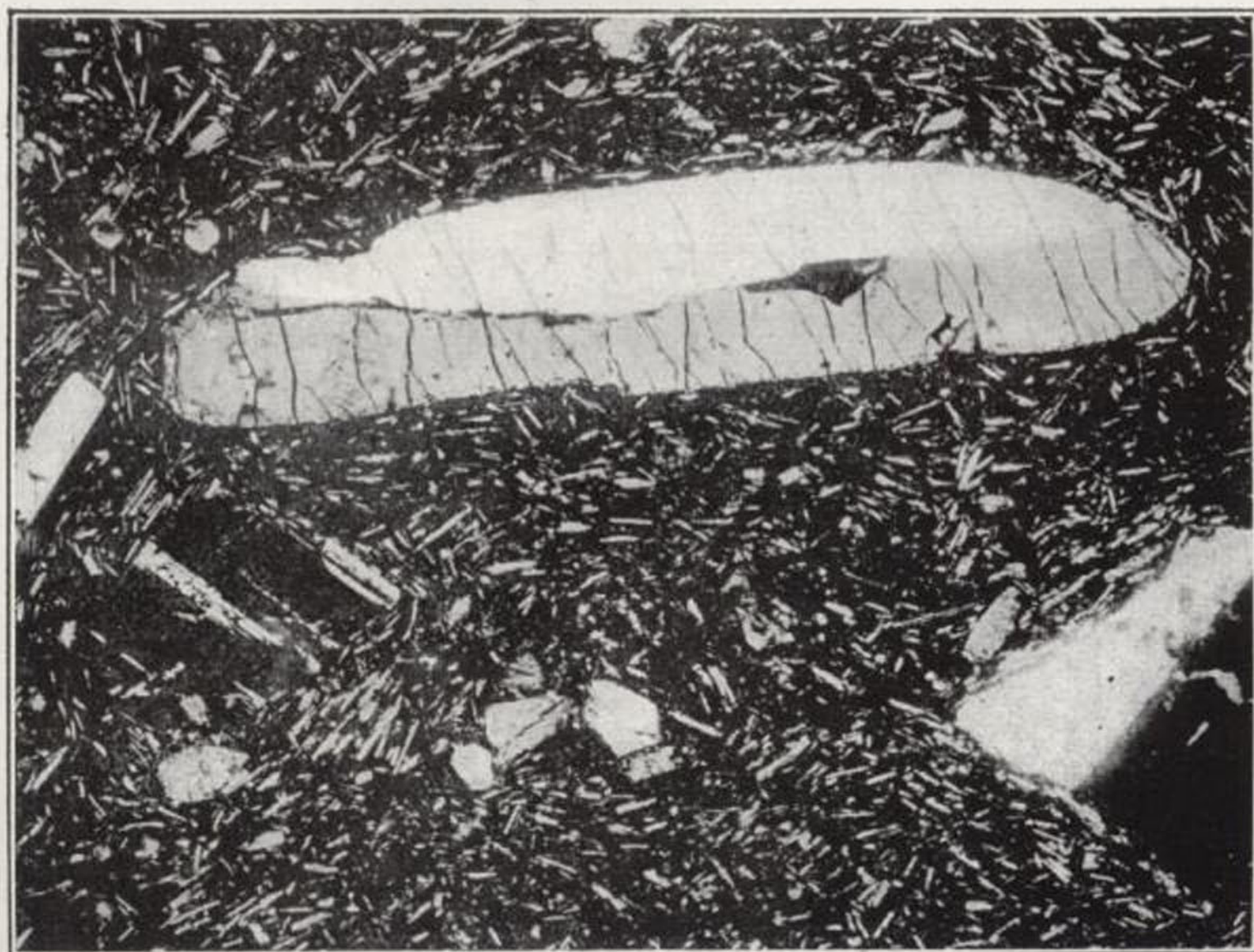


Fig. 22. — Traqui-andesita de Punta Negri.

En una pasta microcristalina formada por microcristales de feldespato y augita se destacan fenocristales grandes de sanidino (3), andesina-labrador (7), augita (20) y magnetita. El cristal grande maclado de sanidino presenta las grietas características y algo de muscovita (2).

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar».—45 aumentos.



aparecen varios manchones eruptivos que, aunque separados en la superficie de aquella escarpada montaña por haberse depositado terrenos modernos entre ellos, forman, sin embargo, un único macizo y por ello los agrupamos en la misma sección.

Junto al mar, en Punta Negri, la roca es de color negro, muy dura y resistente, y se aprecian en ella a simple vista los fenocristales. Examinada al microscopio resulta ser roca de tipo muy parecido a las de las cumbres del Gurugú. Presenta (fot. 21) una pasta microcristalina fluidal con microlitos bastante alargados de feldespato, correspondientes a variedades comprendidas entre andesina y labrador. Hay también algunos microcristales de piroxenos. Los fenocristales son de plagioclasa, andesina y labrador ácido, muy poco alterados, algo agrietados y resquebrajados, con inclusiones de piroxenos y magnetita, con extinción zonar y con las maclas de Calsbad, de la albita y alguna vez de la periclina. Existe también sanidino en cristales sumamente transparentes, agrietados alguna vez y corroídos los bordes por el magma, presentando entonces la forma de huso. Aparece casi siempre la macla de Calsbad y en alguna preparación se ve la gotera característica. La augita es el elemento ferromagnésico más abundante; se presenta con las mismas formas que en el Gurugú, casi siempre maclada y muy frecuentemente agrupada. Se altera formando kaolín y calcita. También existe enstatita con los caracteres de todas las rocas de este grupo. Hay además biotita alterada en magnetita y con entrada del magma a causa de la desaparición de la materia primitiva; es, por tanto, alteración análoga a la que hemos descrito en el Gurugú. Hay también magnetita de primera consolidación y apatita. En alguna preparación nos ha parecido ver agrupaciones muy íntimas entre la augita y la enstatita.

En Punta Negri, en el arroyo de Sidi Mesaud, hay una roca de color gris casi negro, con manchitas blancas, muy dura, y en donde se ven cristales amarillentos; tiene algunas vacuolas y se diferencia bastante de la anterior (fot. 22). Su textura es microcristalina. Hay muchos menos fenocristales que en la anterior. Los plagioclasas están comprendidos entre la oligoclasa y la an-



desina. Existe sanidino. Como elementos ferromagnésicos hay augita y biotita, más abundante esta última. Existe mucha hematita roja, magnetita, hidróxidos de hierro y un poco de apatita. Se trata, por tanto, de una traquiandesita, con augita y biotita.

En Punta Cárcel (fot. 23, y fot. en colores, número 1) la roca presenta los mismos caracteres exteriores y microscópicos que la de Punta Negri y, por tanto, que la de las cumbres del Gurugú. En algunos sitios la augita abunda muchísimo, convirtiéndose en el elemento predominante y pasando la biotita y la enstatita a minerales accesorios. Los fenocristales de augita son, a veces, muy grandes. También en el magma se observan más microcristales del piroxeno monoclinico, pudiéndose clasificar la roca, a pesar de pertenecer al mismo grupo del alto del Gurugú, en una andesita con augita. En una preparación de este sitio se puede observar muy bien la alteración de la biotita que hemos manifestado varias veces (fot. 24). En algunas preparaciones se presenta una clorita amarilla viva, poco policroica y que presenta a la luz polarizada las palmas características. Hay algún cristal verdoso. Hemos observado también en rocas de este sitio, que las grietas que atraviesan el sanidino siguen dirección paralela al ortopina-coide y son rellenas de una substancia amarillenta y transparente que parece constituida por serie de poros vacíos, entre los que hay interpuestos microlitos de color amarillo claro y forma alargada.

En una roca del tipo general, recogida también en Punta Cárcel, de color gris ceniza, descompuesta, los piroxenos están transformados en calcita con kaolín y escasos elementos ferruginosos, constituyendo una verdadera pseudomorfosis. En algunos cristales se conserva aún un poco de augita. En esta roca los cristales de plagioclasa se presentan muy kaolinizados, rotos y resquebrajados, y, en contraposición, en todas estas rocas descompuestas, los cristales de sanidino se conservan puros y transparentes, presentando únicamente las grietas características rellenas a veces de hematitas roja y con inclusiones de esta misma substancia.

También en Punta Cárcel aparece la roca traquiandesítica que



Fig. 23.— Andesita de Punta Cárcel.

Esta roca es muy característica de toda la región del Gurugú. En una pasta microcristalina se destacan fenocristales de enstatita (21), andesina (7), augita (20) y biotita alterada (19) con inclusiones magmáticas y depósitos de magnetita (29).

Datos ópticos: Luz natural. Objetivo apocromático de 35 mm.—22 aumentos.



Fig. 24.— Cristal de biotita alterado en una andesita de Punta Cárcel.

Representa la fotografía un gran cristal de biotita en que, por destrucción de la masa, hay inclusiones magmáticas (m) y formación de depósitos de magnetita (29). Hay en el cristal trozos (a) intactos del mineral primitivo.

Datos ópticos: Luz natural. Objetivo «Planar».—59 aumentos.





Fig. 23.— Andesita de Punta Cárcel.

Esta roca es muy característica de toda la región del Gurugú. En una pasta microcristalina se destacan fenocristales de enstatita (21), andesina (7), augita (20) y biotita alterada (19) con inclusiones magmáticas y depósitos de magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo apocromático de 35 mm.—22 aumentos.

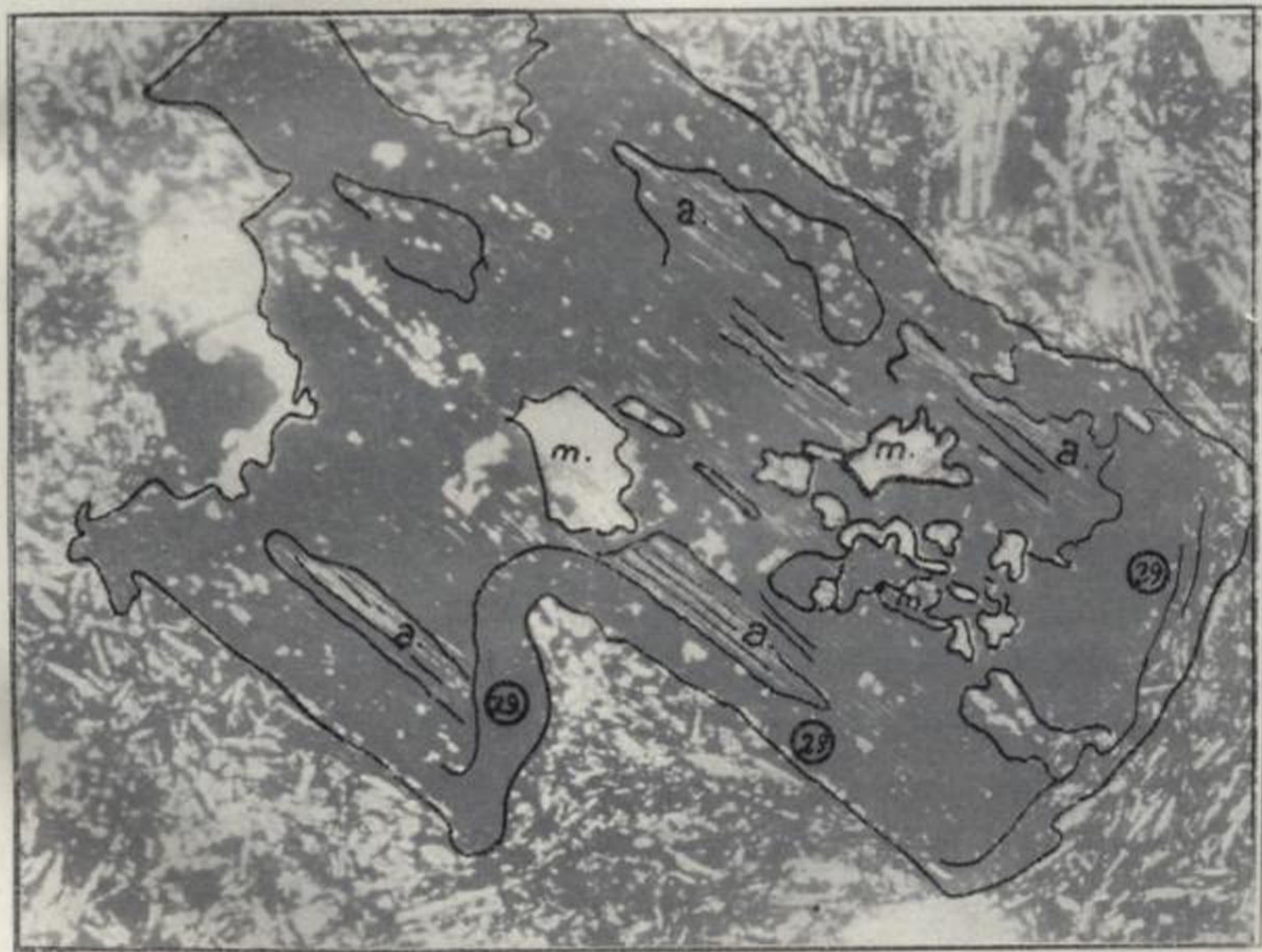


Fig. 24. — Cristal de biotita alterado en una andesita de Punta Cárcel. Representa la fotografía un gran cristal de biotita en que, por destrucción de la masa, hay inclusiones magmáticas (m) y formación de depósitos de magnetita (29). Hay en el cristal trozos (a) intactos del mineral primitivo.

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—59 aumentos.



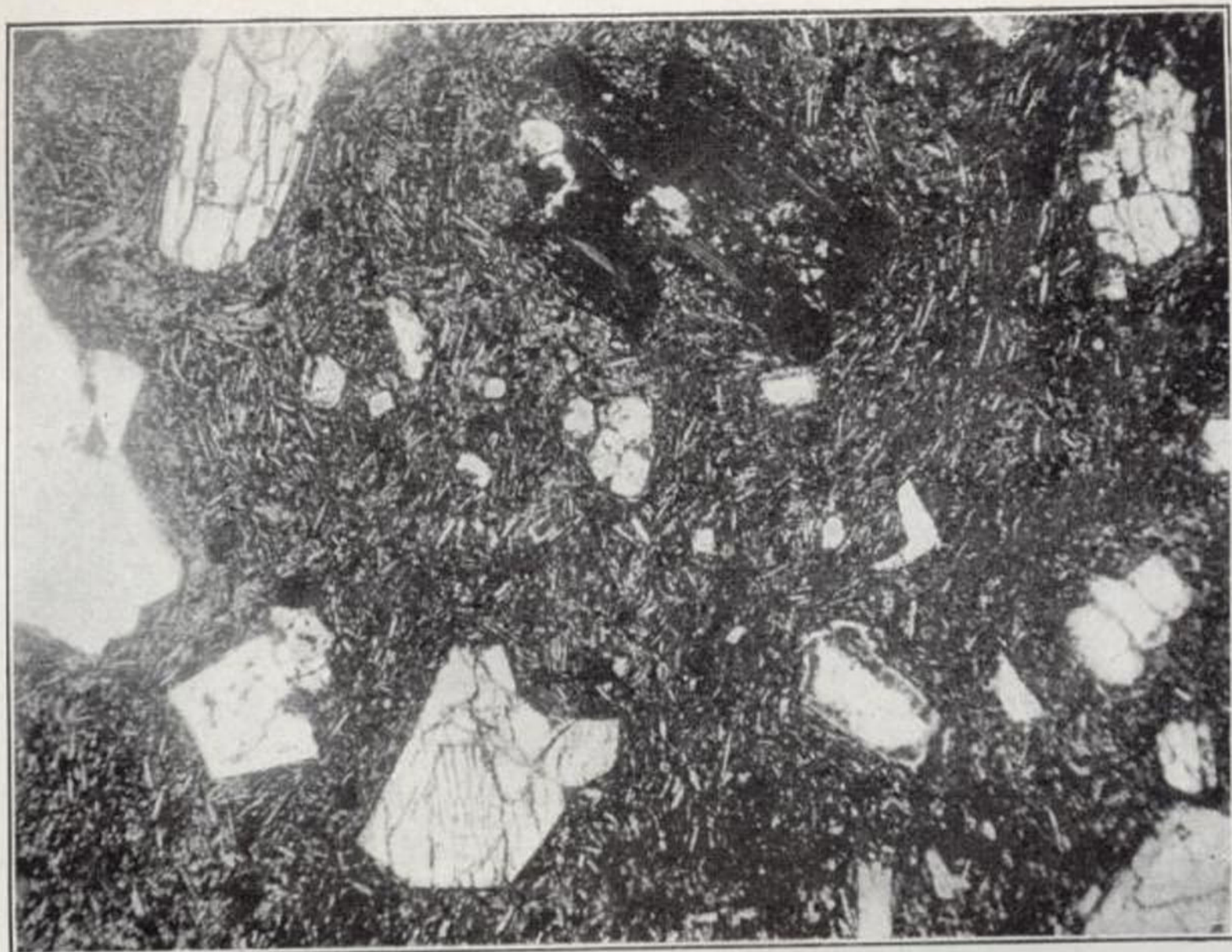


Fig. 23.— Andesita de Punta Cárcel.

Esta roca es muy característica de toda la región del Gurugú. En una pasta microcristalina se destacan fenocristales de enstatita (21), andesina (7), augita (20) y biotita alterada (19) con inclusiones magmáticas y depósitos de magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo apocromático de 35 mm.—22 aumentos.

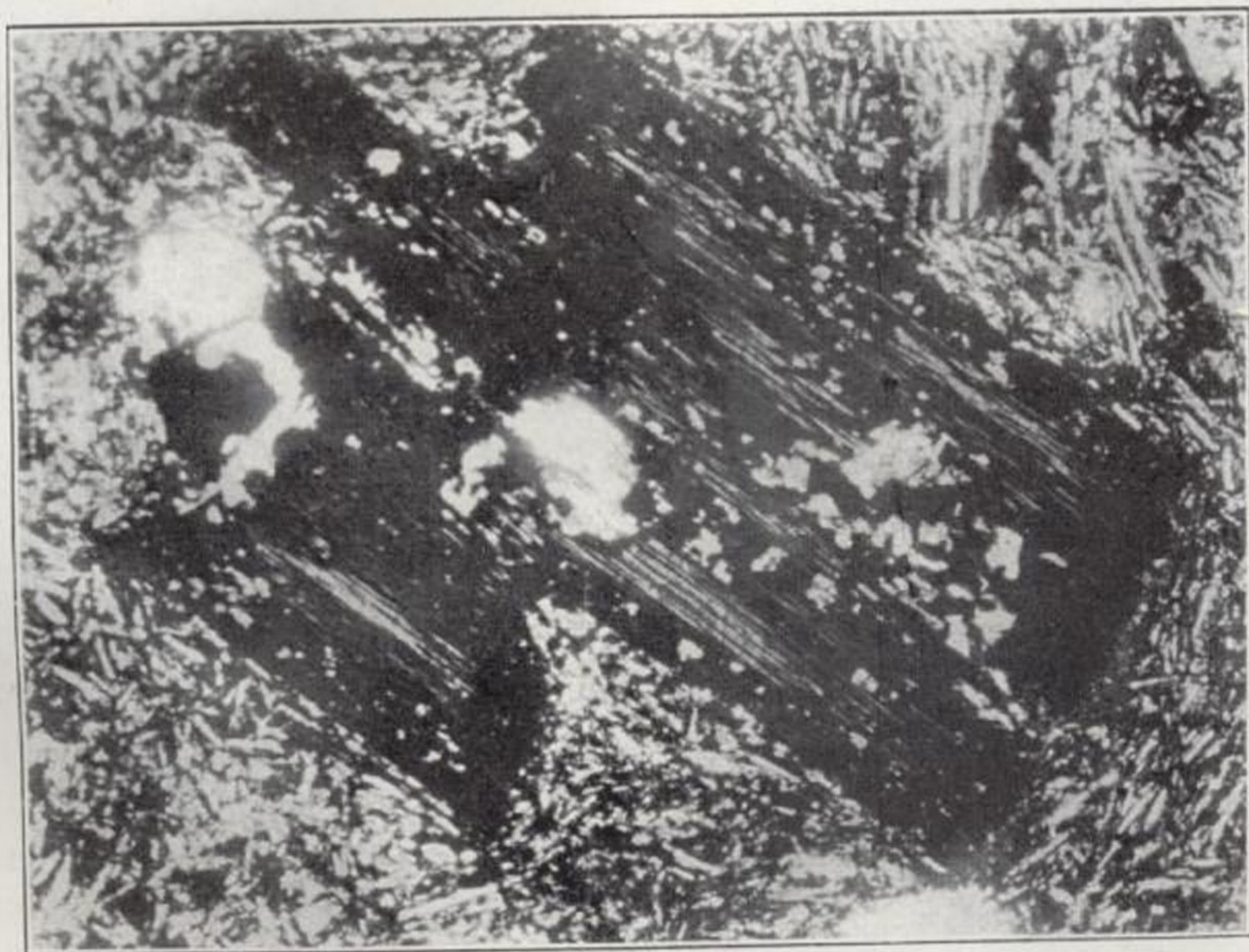


Fig. 24. — Cristal de biotita alterado en una andesita de Punta Cárcel.

Representa la fotografía un gran cristal de biotita en que, por destrucción de la masa, hay inclusiones magmáticas (*m*) y formación de depósitos de magnetita (29). Hay en el cristal trozos (*a*) intactos del mineral primitivo.

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—59 aumentos.



hemos descrito en Punta Negri, encima de la roca del tipo general del Gurugú, que tanto abunda en esta región de Sammar; tiene color gris, es compacta, y a simple vista se ven cristales de biotita y feldespato. Los microlitos de feldespato están muy alargados y entrecruzados. Existe sanidino. Hay plagioclasas. De elementos ferromagnésicos sólo se presenta la biotita bastante sana y únicamente, en algunos sitios, ésta se descompone en clorita probablemente clinocloro. Es, pues, una traquiandesita con biotita.

Por último, también en Punta Cárcel, hemos recogido una roca de color gris con manchas amarillas, y que tiene aprisionados entre sus elementos cantos de otra roca eruptiva. Hemos hecho la preparación para el microscopio, de modo que saliera parte de un canto de éstos, como se puede ver en la fotografía número 25. Se observa que el canto está constituido por la andesita con piroxenos y biotita, tipo general del Gurugú, es decir, que está formada por una pasta microcristalina feldespática con augita, biotita, hematites roja y tal vez un poco de esfena. La roca que engloba este canto es del tipo traquiandesítico, con una pasta formada por microlitos feldespáticos y trozos vítreos con fenocristales de sanidino agrietado, plagioclasa, andesina o labrador, con inclusiones magmáticas e hidróxidos de hierro, biotita predominante entre los elementos ferromagnésicos y un poquito de augita. Hay calcedonia y, en el contacto de las dos rocas, un poco de calcita. Es curioso observar que los cristales de la andesita están rotos en la línea de contacto y que no se ve ningún roto en la traquiandesita.

En la playa El Hasen, a levante de Punta Negri, la roca tiene color gris ceniza y está descompuesta y trabajada por el mar; corresponde al tipo general de las andesitas del Gurugú, aunque parece son algo menos abundantes los elementos ferromagnésicos.

También en El Hasen, pero un poco más tierra adentro, la roca, aunque parece corresponder al tipo general, presenta, sin embargo, algunas diferencias. A simple vista, por el color y textura, el parecido es muy grande; pero examinada al microscopio se ve que la

biotita apenas existe, y aparece una clorita amarillo-verdosa con poca reacción óptica y procedente de la transformación de los piroxenos.

En Yamarsut se presenta una roca rojiza con manchitas blancas, de aspecto granudo y con visibles cristales de biotita; corresponde al tipo de las traquiandesitas con biotita. Los microlitos de feldespato, muy alargados y extinguiéndose con ángulos muy pequeños. La masa contiene bastantes productos ferruginosos. Hay sanidino, plagioclasa básica y biotita.

En Tisingar, la roca tiene un color gris ceniza con manchas blancas y de color naranja y con abundantes vacuolas. Es roca del tipo andesítico del Gurugú, con piroxenos únicamente (fot. 26), pero presenta la particularidad de tener disperso en la masa muchos cristales y trozos de hematites roja de color muy fuerte, tal vez debido a la acción de fumerolas. En los feldespatos hay inclusiones abundantes de este mineral. Tiene esta roca una textura parecida a la de las labradoritas.

En el barranco que pasa por Zoco el Tzelatza, aparecen las mismas andesitas del tipo general: en la parte alta, cargados de piroxenos y biotita y de color oscuro; en la parte baja, de color gris con biotita solamente. En algunas partes, la pasta tiene trozos vítreos. En la augita hemos visto inclusiones de biotita. La extinción zonar de los feldepatos se hace de un modo perfecto.

En este mismo paraje se ven bolas formadas por una masa homogénea de kaolín, con manchas ferruginosas y de color amarillo-pardo.

En la subida de Sammar a Az-Hasain, hemos recogido muestras de una roca fajeada a bandas blanquecinas y oscuras, que a trozos tiene aspecto vítreo. Examinada al microscopio presenta (fot. 27) una pasta esferolítica, de color pardo a la luz natural, en donde resaltan muchos círculos radiados y de color más fuerte, que presentan, con la luz polarizada, la clásica cruz negra, formando un ángulo de pocos grados con los hilos del retículo. En toda la masa hay productos ferruginosos, y los esferolitos deben estar constituidos por feldespatos impregnados de estos produc-

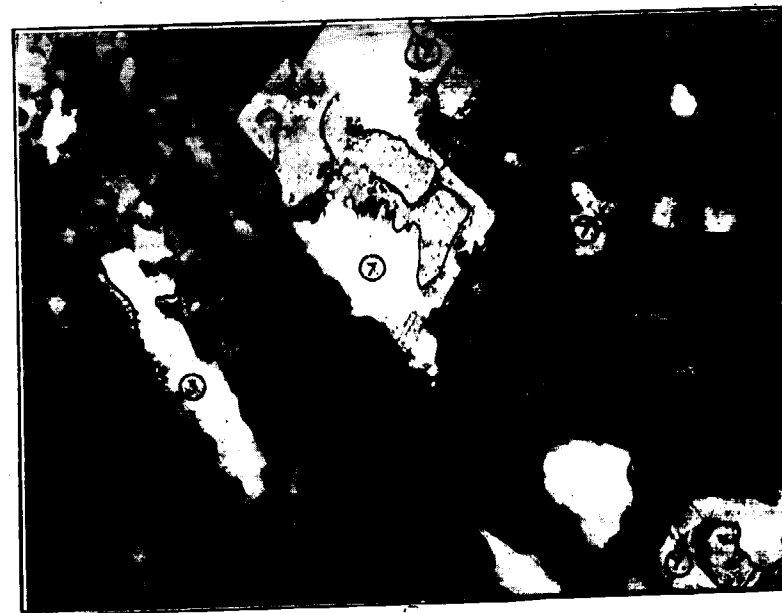


Fig. 25. — Roca traquítica B, englobando un canto de andesita A. (Punta Cárcel.)

El canto está constituido por un trozo de la andesita tipo del Gurugú, con textura microcristalina y fenocristales de andesina-labrador (7), augita (20) y biotita alterada (19), algunos rotos. La roca que aprisionó el canto es una traquita con textura muy vítreo, y cristales abundantes de sanidino (3), biotita (19) y plagioclasa, escasos.

Datos ópticos: Luz natural. Objetivo «Planar».—37 aumentos.



Fig. 26. — Andesita de Tisingar.

Es muy curioso en esta roca que toda la pasta microlítica, formada por feldespato y augita, está salpicada de cristallitos y granos de hierro oligisto (30). Los fenocristales son de labrador (7) y augita (20).

Datos ópticos: Luz natural. Objetivo apocromático de 35 mm.—22 aumentos.





Fig. 25. — Roca traquítica B, englobando un canto de andesita A. (Punta Cárcel.)

El canto está constituido por un trozo de la andesita tipo del Gurugú, con textura microcristalina y fenocristales de andesina-labrador (7), augita (20) y biotita alterada (19), algunos rotos. La roca que aprisionó el canto es una traquita con textura muy vítrea, y cristales abundantes de sanidino (3), biotita (19) y plagioclasa, escasos.

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar». — 37 aumentos.

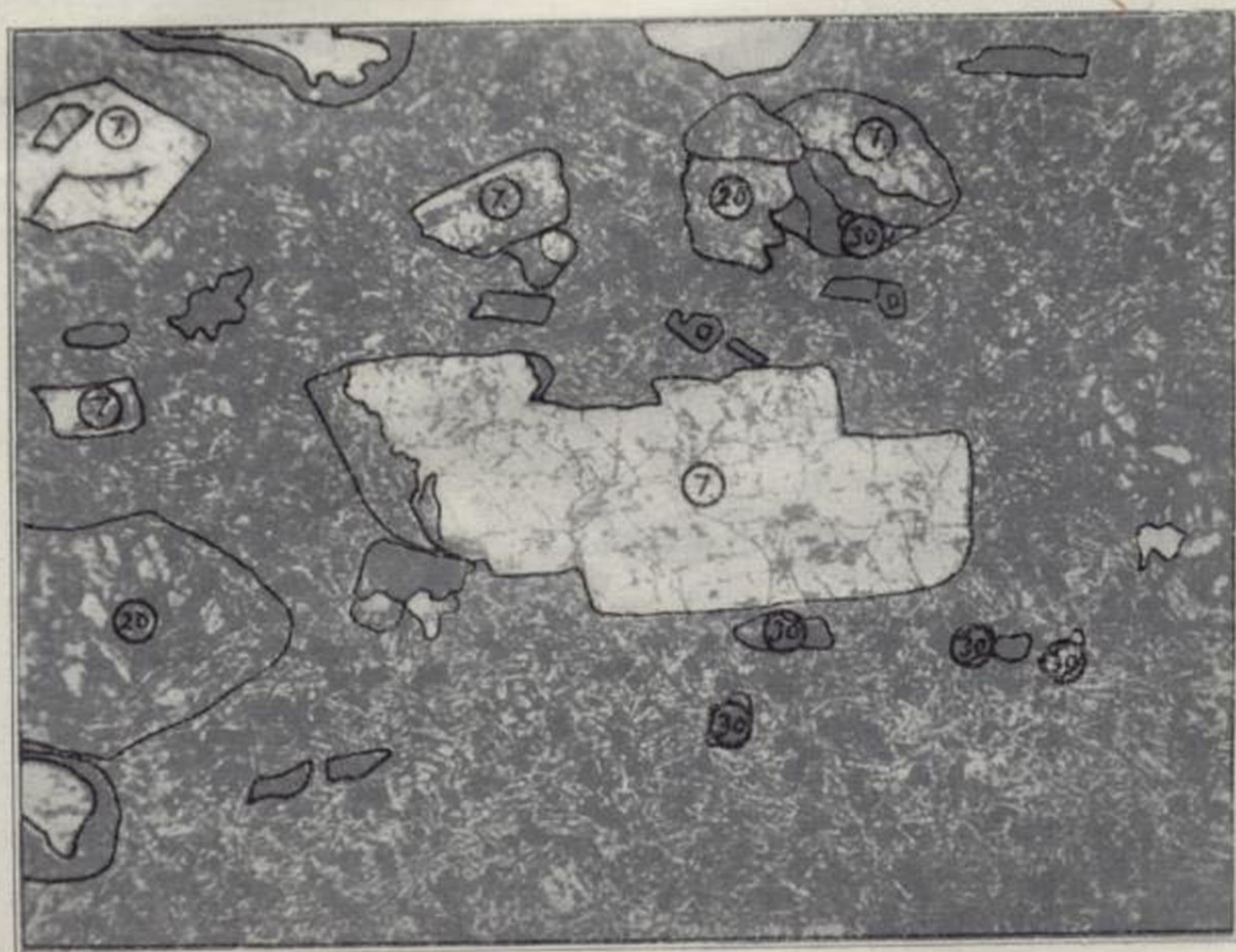


Fig. 26. — Andesita de Tisingar.

Es muy curioso en esta roca que toda la pasta microlítica, formada por feldespato y augita, está salpicada de cristalitos y granos de hierro oligisto (30). Los fenocristales son de labrador (7) y augita (20).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo apocromático de 35 mm. — 22 aumentos.



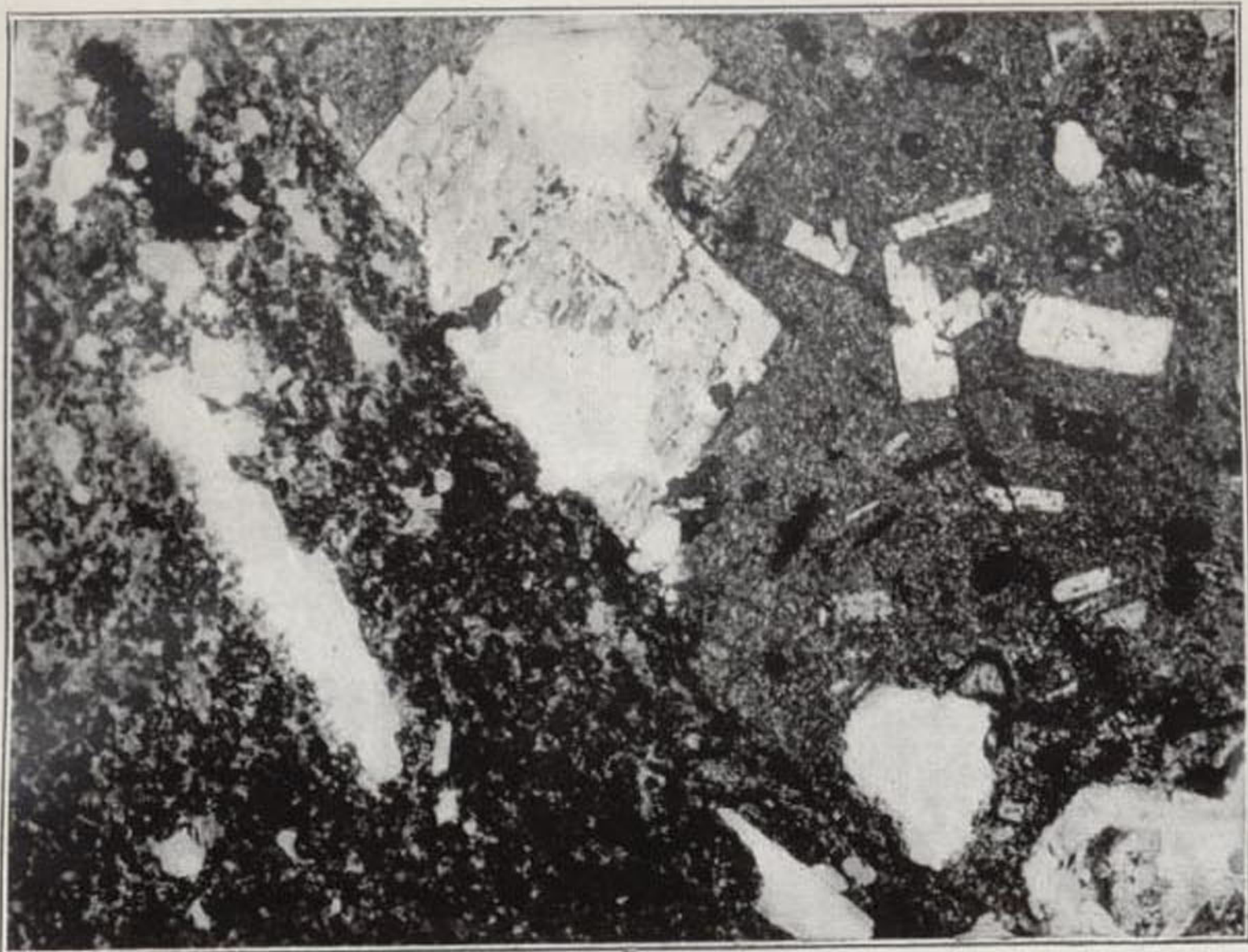


Fig. 25. — Roca traquítica B, englobando un canto de andesita A. (Punta Cárcel.)

El canto está constituido por un trozo de la andesita tipo del Gurugú, con textura microcristalina y fenocristales de andesina-labrador (7), augita (20) y biotita alterada (19), algunos rotos. La roca que aprisionó el canto es una traquita con textura muy vítrea, y cristales abundantes de sanidino (3), biotita (19) y plagioclasa, escasos.

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—37 aumentos.



Fig. 26. — Andesita de Tisingar.

Es muy curioso en esta roca que toda la pasta microlítica, formada por feldespatos y augita, está salpicada de cristalitos y granos de hierro oligisto (30). Los fenocristales son de labrador (7) y augita (20).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo apocromático de 35 mm.—22 aumentos.



tos. Como fenocristales se presentan el plagioclasa, labrador, un poco de sanidino y un poco de biotita. Es, pues, una andesita con biotita.

Por último, las rocas eruptivas de Nador presentan muy claro el tipo traquiandesítico y se hallan en el contacto con calizas que deben tener su prolongación en los macizos del Uixan y del Afra, aunque aquí se hallen afectadas de un profundo metamorfismo. Forma varios cerros en las proximidades del poblado de Nador y tiene un color blanquecino, y en ella se presentan cristales de hierro oligisto. Es en algunos sitios dura, y en otros, por descomposición, se hace blanda. Es esencialmente feldespática, con un magma microcristalino entrecruzado, es decir, de textura traquítica. Los microlitos, muchas veces alargados, son de ortosa y de plagioclasa oligoclasa.

Los fenocristales, no muy abundantes, son principalmente de plagioclasa y sanidino. Los de este último mineral son sumamente transparentes, presentándose en algunas secciones el crucero paralelo a la base  $p$  y el paralelo a la clinopinacoide  $g'$ . La macla de Calsbad es muy frecuente. Presenta inclusiones de oligisto y otros productos ferruginosos. Los cristales se presentan muy sanos y de formas cristalinas alargados. Los cristales de plagioclasa se presentan también limpios, aunque no tanto como los de sanidino; corresponde, por sus caracteres, a la oligoclasa. Presenta la macla de Calsbad y la de la albita en fajas estrechas y apretadas. Contiene inclusiones de productos ferruginosos y kaolín.

No se observa en la preparación ningún otro mineral que no sea el oligisto, que se presenta en abundancia repartido y disperso por toda la roca. La roca se la puede clasificar de traquiandesita.

**Proceso eruptivo y edad de las rocas hipogénicas del Gurugú.**— Las rocas del Gurugú, con su prolongación por la zona de Sammar, pertenecen a tres grupos distintos: andesitas, traquiandesitas y basaltos y labradoritas.

Las andesitas son las que ocupan mayor extensión y corresponden a la erupción más antigua. Las cúspides del macizo mon-

tañoso del Gurugú están constituidas por esta roca, y forman como dos anfiteatros en forma de media luna, uno dando vista a Nador, y otro a Melilla, que constituyen, al parecer, dos cráteres gemelos de la importante erupción andesítica del Gurugú. Confirman esta suposición la inclinación de las coladas a partir de estas cumbres, la dirección de los diques y, sobre todo, la forma de la montaña.

Muy abruptas son las vertientes meridionales del Gurugú, constituidas también por andesitas que se prolongan hasta At-laten. En Nador se presentan las traquiandesitas y hay diques de esta roca en At-laten.

Las faldas occidentales del Gurugú no tienen pendientes fuertes; forman tres grandes mesetas escalonadas: Tazuda, la más alta, Tlat y Beni-Faklan, constituidas por rocas andesíticas superpuestas a los terrenos terciarios que se depositaron en toda la meseta de Kert y en la margen izquierda de este río, y que hoy hacen el efecto de separar y aislar muchos manchones eruptivos que estudiaremos más adelante.

Abrupta también es la vertiente septentrional del Gurugú, y también está formada por andesitas, aunque en su pie corrieron sobre esta roca las coladas basálticas y labradoríticas de Idun, río de Oro y zoco el Had.

La región de Sammar, situada al Oeste y Noroeste del Gurugú, y que termina en el mar, por Punta Negri y Punta Cárcel, también está constituida por una andesita, de gran parecido con las del Gurugú. También hay andesitas en la playa de Hasen, zoco el Tzelatza y Tisingar.

Las traquiandesitas se las ve al Norte de At-laten, en Tazuda, en diques y manchones pequeños; en Hach-Chauí, al Norte del Gurugú; en Punta Negri, en el arroyo de Sidi-Mesaud; en Punta Cárcel, con restos de andesitas; en Yamarsut, entre el zoco de Yemâa y Sebt, y en Nador, formando dos importantes cerros. Es curioso observar que se presenta esta roca en sitios como en Tazuda, y al Norte de At-laten, sumamente altos, lo que parece indicar que debieron salir a la superficie de la tierra por los mismos sitios que las otras rocas.

Los basaltos circundan al Gurugú, aunque con grandes soluciones de continuidad, y se hallan al pie del macizo montañoso. Se encuentran en Sidi-Salem, en la vertiente meridional del Gurugú, en Idun y en río de Oro, en la septentrional. Las labradoritas, de la misma época, al parecer, de los basaltos y con gran parecido en textura a éstos, se encuentran en zoco el Had, encima de los terrenos terciarios.

Las andesitas presentan muchas variedades no sólo por la textura, sino también por su composición. Las acciones secundarias originan también grandes diferencias en el modo de presentarse estas rocas en la superficie y en su constitución interna. Así vemos que en la hondonada que forman las cumbres del Gurugú se ve una roca que se la puede considerar de textura granitoide, y que, como ya hemos dicho, se la puede considerar como una diabasa representante holocristalino de la roca andesítica que constituye el Gurugú. Indudablemente debió ser roca que no llegó a ser efusiva, y su enfriamiento, siendo mucho más lento, dió ocasión a que todos los elementos del magma se diferenciaron.

La textura de las andesitas es, en general, pilotáxica y frecuentemente hyalopilítica. Los microlitos de feldespato, que son siempre alargados, aunque no tanto como en las traquiandesitas, forman como regueros alrededor de los fenocristales, pero no tan ordenados como en las traquitas. Estas andesitas del Gurugú, en general, se presentan muy sanas, pero los feldespatos suelen presentar resquebrajaduras y roturas a veces atravesando la pasta y afectando a varios cristales, lo que indica acciones de compresión, posteriores a la formación de la roca.

Los fenocristales son abundantes, y debieron seguir en su cristalización el orden que es común a las rocas eruptivas. Debió preceder a todas la formación de la biotita, y es más, por la particularidad de presentarse alterada frecuentemente indica que inmediatamente que se formó sufrió reacciones químicas por el cambio de las condiciones físicas en el magma, y hasta perdió parte de su materia, que fué substituída por la pasta microcristalina, que se solidificó después. A la formación de la biotita debió seguir la de



los piroxenos y anfíboles, y después los feldespatos; pero la cristalización de todos estos últimos debió hacerse casi a la vez, pues no de otro modo se comprenden las agrupaciones de unos y otros, bastante frecuentes, y que hemos representado en varias fotografías.

Los elementos de la roca andesítica también varían de un sitio a otro. La característica del Gurugú es contener piroxeno y biotita, más del primero que del segundo; pero las hay también con esos mismos elementos y anfíbol, como en Sidi-Musa. Sobre todo, alejándose de la cumbre del Gurugú, las andesitas varían mucho, pierden el piroxeno, se hace más hyalopilitica la roca y sólo se ve la biotita, lo que parece indicar que lejos del centro eruptivo el entriamiento fué más rápido, y la roca, por decirlo así, no acabó de constituirse.

Es interesante observar que las rocas andesíticas presentan variaciones en las tres mesetas situadas al Oeste del Gurugú; en la más cerca de éste, en la de Tazuda, la roca presenta los mismos caracteres que la de la cumbre del macizo montañoso que estamos considerando; en la intermedia de Tlat la roca pierde el piroxeno, y su textura pasa de pilotáxica a hyalopilitica; y, por último, en Beni-Faklan, la meseta más distante, la pasta es también hyalopilitica, pero las partes vítreas son más abundantes y presenta un aspecto más fluidal.

El hallarse en Punta Negri andesitas del mismo tipo que las del Gurugú, con la aparición en sitio próximo de las traquiandesitas, hace sospechar que allí debió existir otro cráter que siguiera contemporáneamente el mismo proceso eruptivo que el Gurugú.

Las traquiandesitas son rocas que, en general, están constituidas por una pasta microlítica fluidal y que presenta pocos fenocristales, y éstos casi exclusivamente de feldespatos y biotita, existiendo entre los primeros el sanidino, muy sano y siempre agrietado transversalmente. Sin embargo, de esta roca a las andesitas hay muchos tránsitos, y hace imposible, por tanto, separar los dos grupos de un modo completo. El ejemplar recogido al Norte de At-laten es una traquiandesita sin fenocristales. En Tazuda es también una traquiandesita, pero ya no es tan microlítica y hay feno-

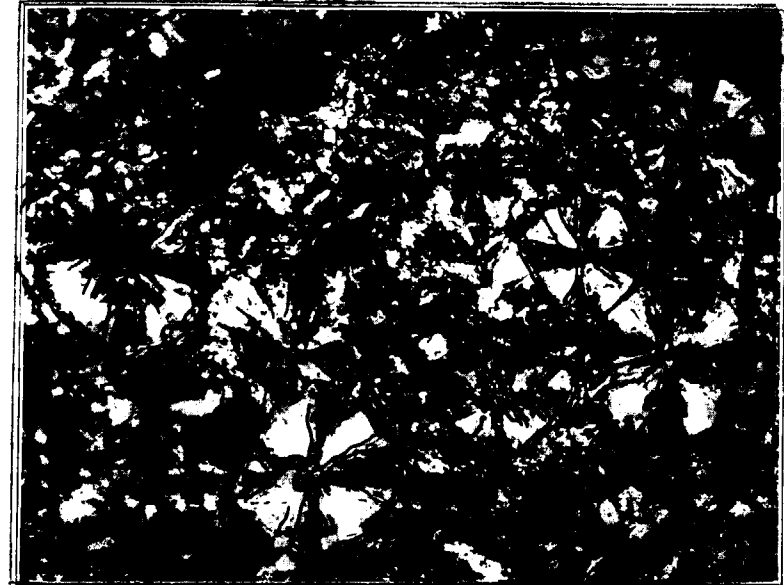


Fig. 27. — Esferulitos de feldespato en una andesita vítrea de la subida de Sammar a Az-Hasain.

En los esferulitos se puede apreciar muy bien la característica cruz negra.

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar».—59 aumentos.



Fig. 28. — Cristales de sanidino en una caliza metamórfica de Nador.

Los cristales de sanidino (3) sumamente transparentes y sanos, presentan algunas vetillas de muscovita (2).

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo apocromático de 35 mm. 25 aumentos.





Fig. 27. — Esferolitos de feldespato en una andesita vítrea de la subida de Sammar a Az-Hasain.

En los esferolitos se puede apreciar muy bien la característica cruz negra.

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar».—59 aumentos.



Fig. 28. — Cristales de sanidino en una caliza metamórfica de Nador.

Los cristales de sanidino (3) sumamente transparentes y sanos, presentan algunas vetillas de muscovita (2).

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo apocromático de 35 mm. 25 aumentos.



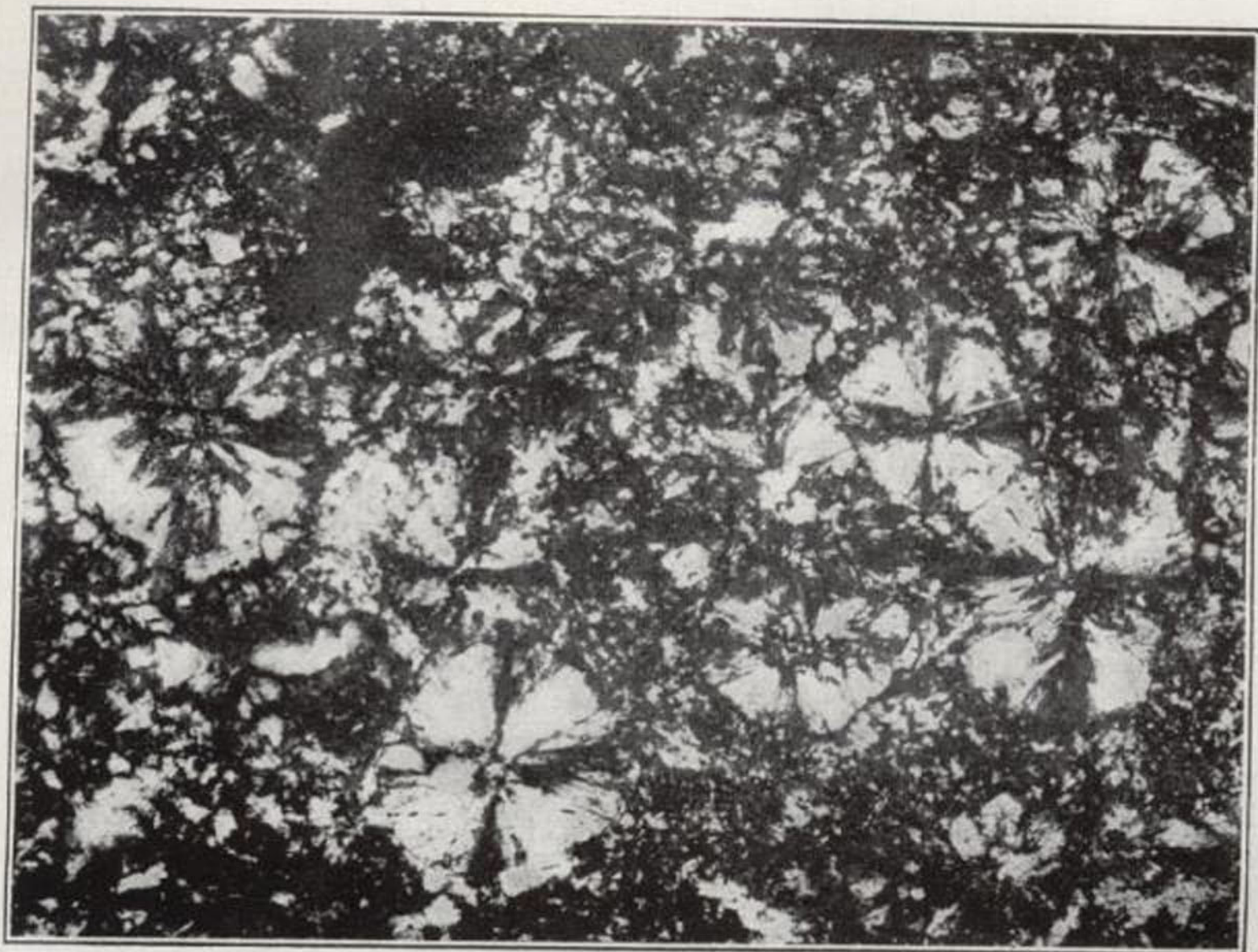


Fig. 27. — Esferolitos de feldespato en una andesita vítrea de la subida de Sammar a Az-Hasain.

En los esferolitos se puede apreciar muy bien la característica cruz negra.

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar».—59 aumentos.

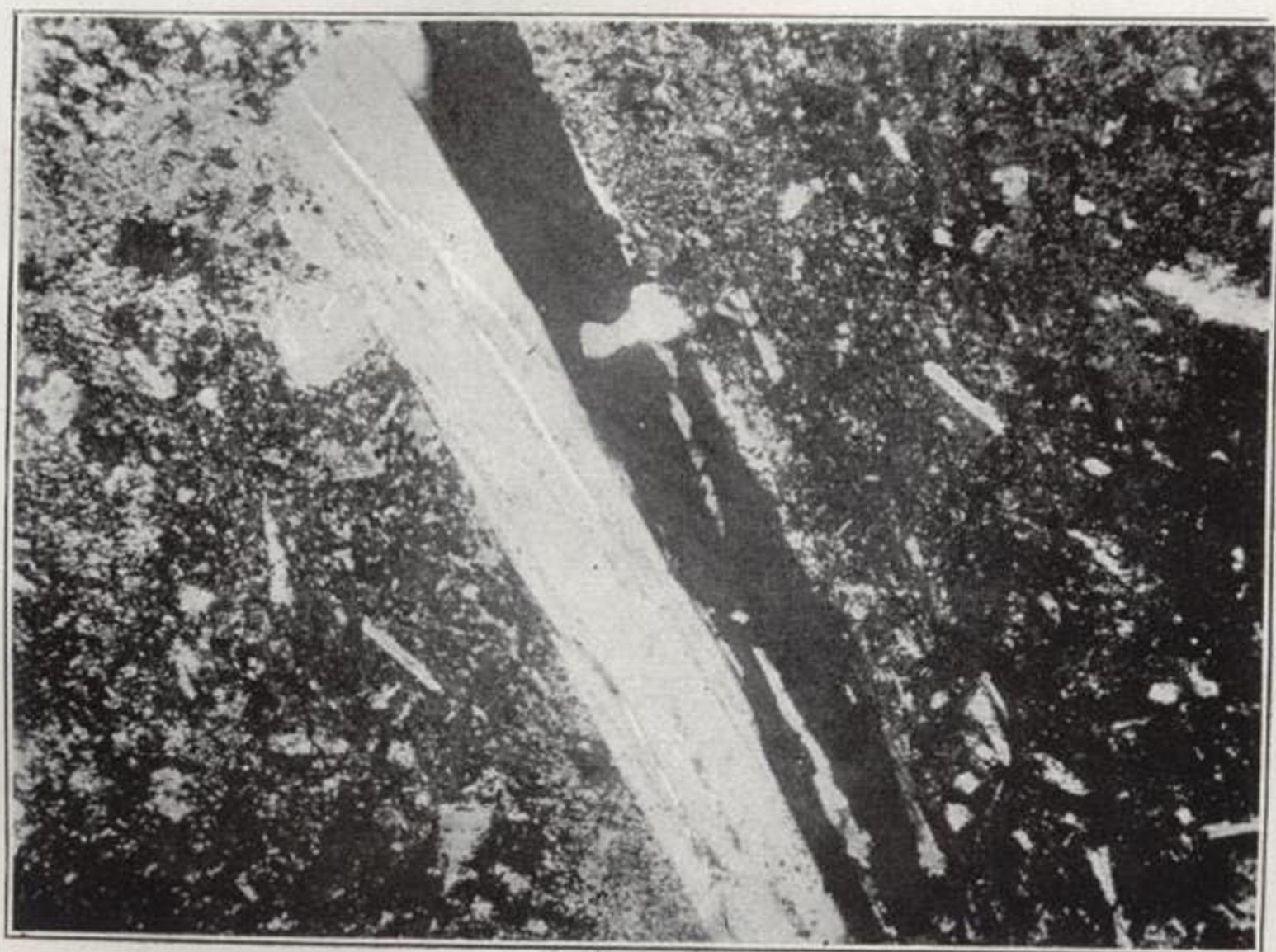


Fig. 28. — Cristales de sanidino en una caliza metamórfica de Nador.

Los cristales de sanidino (3) sumamente transparentes y sanos, presentan algunas vetillas de muscovita (2).

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo apocromático de 35 mm. 25 aumentos.



cristales de sanidino y plagioclasa. En Hach-Chaui la roca tiene más parecido con la del Norte de At-laten, aunque hay algunos cristales de sanidino. En el arroyo de Sidi-Mesaud la textura es microcristalina, pero no microlítica, y aunque abundan menos los fenocristales que en las andesitas, los hay de sanidino, plagioclasa y elementos ferromagnésicos; en Yamarsut y en Punta Cárcel la roca tiene los mismos caracteres de la anterior, aunque sin piroxeno; pero tanto unas como otras son un tránsito de las traquitas a las andesitas, que le hemos denominado traquiandesitas, adoptando el nombre dado anteriormente por otros autores. Sin embargo, las rocas de Nador se aproximan mucho a verdaderas traquitas, y por su forma de presentarse parece indicar que fué la erupción de esta clase de rocas de mayores proporciones de todas las reconocidas en la zona de Melilla estudiada.

Estas traquiandesitas de Nador produjeron fenómenos de metamorfismo interesantes en las calizas inmediatas. En la trinchera del ferrocarril de Nador, la caliza se llena, en contacto de las traquitas, de cristales de feldespatos, principalmente de sanidino. De esta última especie de mineral los hay sumamente sanos y transparentes, como se puede ver en la adjunta fotografía número 28, en la que se ha reproducido un cristal alargado que presenta la macla de Calsbad.

En la misma preparación de caliza, hemos podido observar un cristal de plagioclasa, que presenta unas maclas extrañas. Se presenta con la luz polarizada y los nicoles cruzados, como se ve en la fotografía número 29, dividido en cuatro partes iguales, próximamente, que se extinguen dos a dos, al mismo tiempo las dos partes en diagonal. Cada una de las partes tiene sus líneas de macla paralelas aproximadamente a las líneas externas del cristal. Una de las partes presenta muy clara la macla de la albita, y la otra parte, situada en diagonal con ella y que se extingue, por tanto, a la vez, presenta la macla de la periclina. Las líneas exteriores no son seguidas, sino que forman unas líneas quebradas con el ángulo entrante hacia el interior del cristal que recuerdan las goteras de la macla de Calsbad. Y por último, la extinción a la

vez de las partes situadas en diagonal, parece indicar la existencia de la macla de Baveno.

Dentro de los grupos anteriores, principalmente del andesítico, se pueden colocar otras rocas muy vítreas de textura estalactítica, perlítica, fluidal, esferolítica o simplemente vítrea, que son abundantes en todo Guelaya y que, en definitiva, debieron proceder de idéntico magma y que deben su especial textura a las condiciones especiales en que se debía realizar su enfriamiento. Aunque parecen tener todas el mismo origen, la diferencia de unas a otras es grande. Así, en las canteras de At-laten, se presenta una obsidiana con textura estalactítica y esferolítica; es vítrea y esferolítica entre Zoco el Yemâa y Sebt. En el barranco de Haduba y Dmajuana, aunque muy vítreas y con tendencia a la textura esferolítica, se acercan más que las anteriores a las andesitas corrientes. También en la región de Sammar, en la subida a Az-Hasain, aparece la obsidiana andesítica con textura esferolítica. Es muy curioso observar que en estas rocas es donde es más frecuente encontrar fenómenos de metamorfismo y silicificación. En ellas están los fenocristales muy alterados, según ya se ha podido ver en la descripción de las rocas, y aparecen productos de una silicificación interna, que han dado por resultado la aparición de jaspe, ópalo, calcedonia, tridymita y cuarzo secundario. El origen de estos productos hay que buscarlo en la acción sobre las andesitas de fumerolas que han dejado un residuo de ópalo, que después ha formado cuarzo, calcedonia, etc. Estas acciones de metamorfismo por fumerolas se presentan también en andesitas de tipo normal y dando lugar a productos que dan un carácter muy característico a la roca, como sucede en Tisingar con el oligisto.

Los basaltos también presentan grandes diferencias de unos sitios a otros. Existiendo los basaltos tipo, de cerca de Sidi Salem, de At-laten y de Río de Oro con cristales grandes de olivino, y los basaltos de Idun en que escasea mucho el olivino. En relación con estas rocas se presentan también las labradoritas de Zoco el Had, en donde es difícil encontrar algún grano de olivino. No sólo en la proporción que entra el olivino en la roca es en lo que se

diferencian unas rocas de otras, sino también en la textura, pues las hay en que los fenocristales escasean mucho y hay otras, como las de Río de Oro, en que hay muchos fenocristales pasando a doleritas. Existen además en su textura las mismas diferencias que hemos señalado para las andesitas.

Los basaltos aparecen en las partes bajas y rodean el macizo del Gurugú, aunque con soluciones de continuidad, según ya hemos descrito. El desgaje de la parte oriental del Gurugú, arrasando tras sí trozos de las partes septentrional y meridional, trajo consigo la formación de grietas y líneas de menor resistencia por donde los basaltos hicieron su aparición. El asomar éstos sólo en las partes hundidas del macizo montañoso, parece confirmar nuestra suposición. Se deduce de estas mismas consideraciones, que la salida de los basaltos a la superficie de la tierra debió ser por varios sitios a la vez y de un modo efusivo y tranquilo.

En estos basaltos unas veces hay vacuolas abundantísimas, como cerca del Atalayón, y en otros no existen, constituyendo una roca homogénea. En general, las vacuolas están llenas de calcita secundaria, tienen forma elíptica y alcanzan a veces, el diámetro mayor, longitudes de cerca de dos centímetros. La dirección de estas vacuolas y la separación de los manchones parece también demostrar la multiplicidad de los cráteres basálticos.

Respecto a la edad relativa de los tres grupos, podemos decir que las andesitas han precedido a las traquiandesitas y éstas a los basaltos. La roca recogida en Punta Cárcel y representada en la fotografía número 25 nos indica claramente que la traquiandesita salió a la superficie posteriormente a la andesita, pues ésta no sólo ya había salido al exterior, sino que también había sufrido los efectos de la erosión, y uno de los pedazos que ésta había producido quedó aprisionado en la roca más moderna. También en Punta Cárcel se ve la roca traquítica encima de las andesitas, indicando que corrió encima de las otras ya formadas.

A los basaltos se los ve, en todas partes, encima de las demás rocas eruptivas, lo mismo cerca del Atalayón, que en Sidi Salem, que en la parte Norte del Gurugú.

La edad de las andesitas tiene como límite inferior la edad pliocena plasenciense, puesto que a estos tramos corresponden las margas y arenas que se ven debajo de las andesitas en la meseta de Beni Faklan. También en el barranco de Haduba se ven las andesitas encima de las arenas con el pecten Pusio tan característico del plioceno. Como límite superior podemos indicar que las calizas de Rostrogordo se hallan encima de un conglomerado con cantos eruptivos, y éstos hemos podido comprobar que corresponden a una andesita con biotita análoga a las de Beni Faklan. Es decir, que la erupción de las andesitas del Gurugú fué en el plioceno superior, en el astiense.

A esta erupción siguió indudablemente la traquiandesítica sin solución de continuidad, considerando que se presentan estrechamente unidas en las montañas del Gurugú y que debieron emerger por el mismo cráter. Los basaltos tampoco debieron hacerse esperar, atendiendo a que se los ve interestratificados entre calizas y tobas, teniendo superpuestos unos bancos de tobas con

pernas que nos parece pertenecen a la parte más alta del plioceno. En toda la zona del Gurugú se ven tobas, generalmente blancas y algunas veces irisadas y situadas en contacto con las rocas eruptivas que las han producido. Los trozos de estas últimas están por completo metamorfoseadas. La kaolinización de los feldespatos produce el color blanco que a veces toman las tobas. En algunos sitios los trozos de roca eruptiva tienen gran tamaño, como en las canteras de Atlaten, y hace allí el efecto de ser una roca que tiene su origen en cantos arrojados por el volcán.

Los fenómenos de silicificación alcanzan también a los terrenos terciarios y son causa de esos bancos de caliza con ópalos y jaspe, y cuya importancia industrial es merecedora de estudio.

A las fumarolas carbonatadas, que indican la última fase de toda erupción, y que saturaron de ácido carbónico las aguas de aquella región, atribuimos nosotros la formación del conglomerado calizo que, como una costra, cubre todo el terreno en la meseta terciaria entre Tres Forcas y el Gurugú y en algunos otros sitios, y que a veces tiene gran espesor.



Fig. 29. — Cristal de plagioclasa maclado en una caliza metamórfica de Nador.

El cristal de andesina representado en la preparación parece presentar una combinación de las maclas de Carlsbad, la albíta, la periclina y Baveno.

Datos ópticos: Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar».—59 aumentos.



Fig. 30. — Obsidiana andesítica del Tidinit.

En una pasta vítrea de textura perlítica, en donde se ven muy bien las trichitas, se destacan algunos esferulitos (5) y algunos lentes cristales de labrador (7) y de magnetita (29).

Datos ópticos: Luz natural. Objetivo «Planar».—37 aumentos.



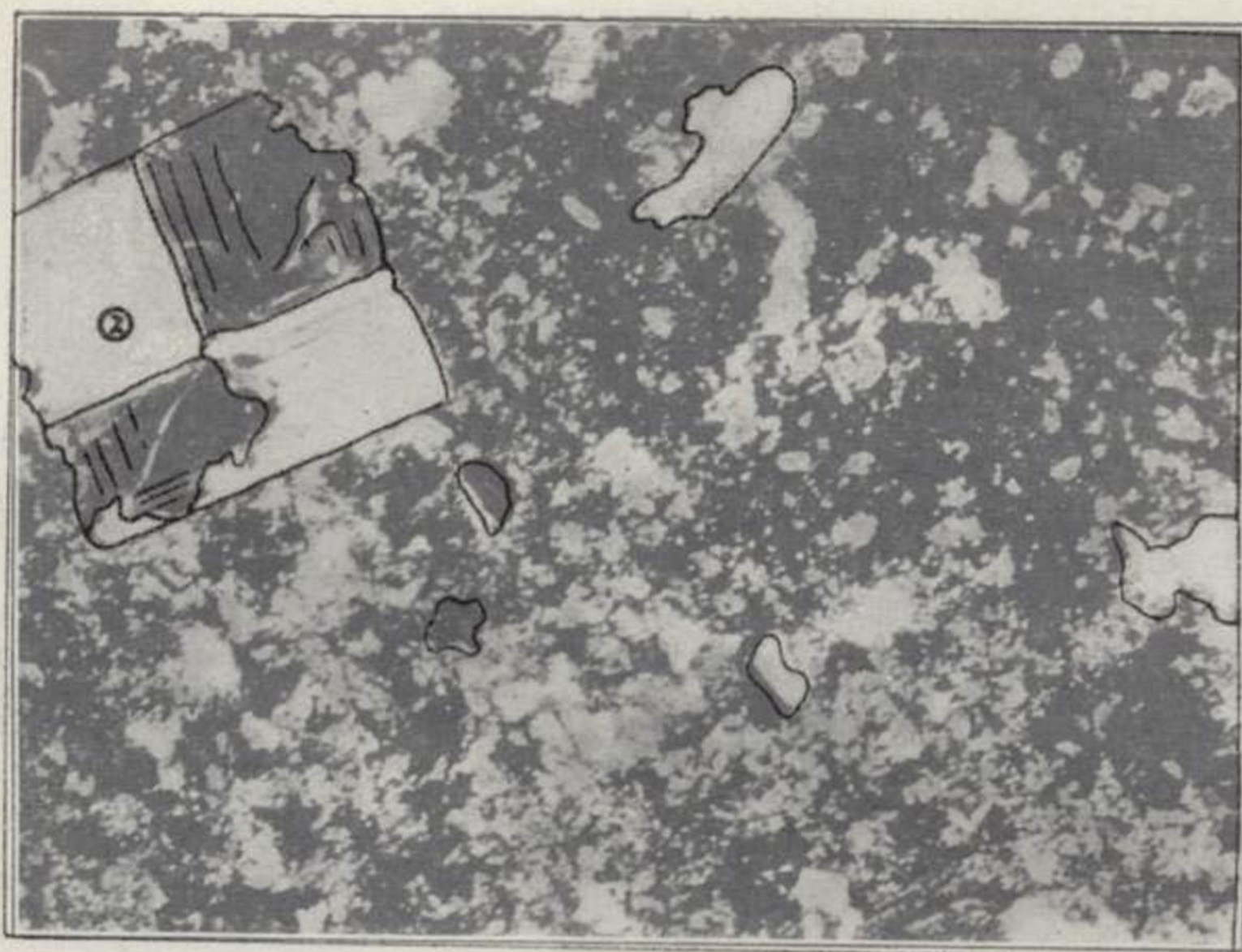


Fig. 29. — Cristal de plagioclasa maclado en una caliza metamórfica de Nador.

El cristal de andesina representado en la preparación parece presentar una combinación de las maclas de Carlsbad, la albita, la periclina y Baveno.

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar».—59 aumentos.



Fig. 30. — Obsidiana andesítica del Tidinit.

En una pasta vítrea de textura perlitica, en donde se ven muy bien las trichitas, se destacan algunos esferolitos (5) y algunos fenocristales de labrador (7) y de magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—37 aumentos.



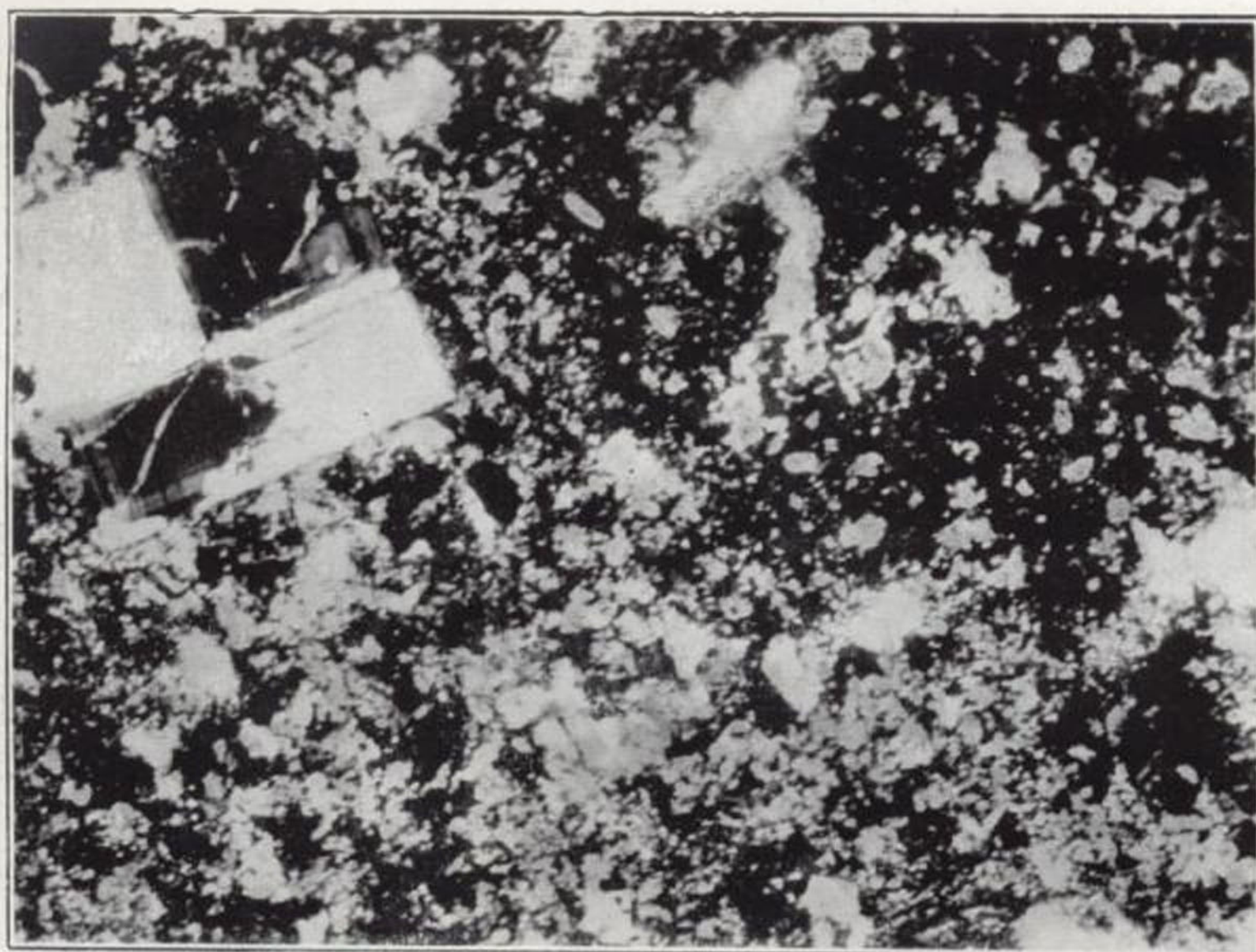


Fig. 29. — Cristal de plagioclase maclado en una caliza metamórfica de Nador.

El cristal de andesina representado en la preparación parece presentar una combinación de las maclas de Carlsbad, la albita, la periclina y Baveno.

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar».—59 aumentos.



Fig. 30. — Obsidiana andesítica del Tidinit.

En una pasta vítrea de textura perlítica, en donde se ven muy bien las trichitas, se destacan algunos esferolitos (5) y algunos fenocristales de labrador (7) y de magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—37 aumentos.



La erupción del Gurugú tiene mucha analogía con el volcán andesítico de Tifarouine, tan magistralmente descrito por Mr. Gentil (1). Sin embargo, la edad es muy distinta. Nosotros hemos señalado para la del Gurugú la del plioceno superior, y Gentil considera a la de Tifarouine la del mioceno superior. Nos parece que, siendo los caracteres de los dos volcanes tan parecidos, su edad debe ser la misma. Mas como las consideraciones que nos han servido a ambos para fijar la edad no creo puedan ser debatidas, hay que suponer que al distinto criterio adoptado al clasificar los terrenos terciarios, que nos han servido de guía para determinar la edad de las erupciones, hay que atribuir la diferencia señalada.

### TIDINIT Y ALREDEDORES

En el Guelaya y en la margen derecha del río Kert se levanta un monte cónico nombrado Tidinit y varios montículos que sobresalen sobre la meseta terciaria que se apoya en las estribaciones del Uixan y que debe formar la base de las montañas del Gurugú. Tanto uno como otros están constituidos por rocas eruptivas, y para su estudio al microscopio las hemos agrupado en una sola sección.

El Tidinit está constituido por una roca de color gris acero, de aspecto vítreo, con manchitas blancas debidas a los feldespatos y con manchitas negras de biotita. La pasta de esta roca es sumamente vítrea y presenta generalmente la textura perlítica con las trichitas características (fot. 30). Se ven en la parte vítrea inclusiones líquidas de forma esférica y ovalada, y a veces coloreadas de pardo. Atraviesan algunas veces a la pasta unos filoncitos de color amarillento que parecen constituidos de feldespato algo kaolinizados, uniendo, generalmente, cristales del mismo mineral. Algunas veces la pasta, siendo siempre muy vítrea, tiene

(1) *Étude géologique de bassin de la Tafna*, par Eris Gentil, pág. 285 y siguientes.



textura más bien fluida que perlítica (fot. 31), y en otras se observan preciosos esferolitos (fig. 32) constituidos por clorita y substancias ferruginosas, con tendencia a rodear a los cristales de biotita, como si estuviesen formados a expensas de este mineral. También se ve magnetita en la pasta.

Los fenocristales son poco abundantes. Los hay de plagioclasa que, por su extinción y caracteres, varían desde la andesina al labrador; presenta las maclas de Calsbad, de la albita, y algunas veces la de la periclina, y casi siempre la extinción zonar. Se ven aglomeraciones e interpenetraciones de este mineral. Tienen inclusiones ferruginosas y magmáticas, y a veces aparecen rotos y resquebrajados. También se ve un poco de sanidino.

El elemento ferromagnésico predominante es la biotita en cristales alargados con sus bordes alterados de color pardoamarillento y fuertemente policroica. También se ven secciones basales exagonales. Se presenta en ocasiones retorcida. Se altera en clorita, magnetita y otros productos ferruginosos. En la fotografía 33 se puede ver un cristal de feldespato atravesado por uno de biotita. En algunas preparaciones se ve magnetita de primera consolidación. Hemos visto también como productos secundarios magnetita, clorita y algún cristal de silimanita y productos ferruginosos. Se trata de una obsidiana andesítica con biotita.

En Kaddur, donde nuestros ejércitos tienen instalado un importante campamento, se presenta una roca blanda de color gris claro con tonos verdosos, en donde resaltan mucho los cristales de biotita. Examinada al microscopio se ve una pasta vítrea, de textura fluida, cuya condición la hacen resaltar más los productos ferruginosos abundantes que existen en la roca y que forman a manera de regueros. Se ve en el magma algún microlito feldespático. Los fenocristales de labrador y biotita se presentan más abundantes que en las rocas del Tidinit. También hay un anfíbol verdoso. Se ven los mismos productos secundarios que en las rocas anteriores. Esta roca, a pesar de las diferencias apuntadas, corresponde al mismo grupo que las del Tidinit, o sea a las obsidianas andesíticas con biotita.



Fig. 31. — Obsidiana andesítica del Tidinit.

En la fotografía se aprecia perfectamente la textura vítrea-fluidal, muy general en las rocas del Tidinit. Se destacan en la pasta fenocristales de andesina-labrador (7), biotita (19) y magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar». — 37 aumentos.



Fig. 32. — Esferolitos en una obsidiana andesítica del Tidinit.

Los esferolitos representados en la figura están formados por elementos feldespáticos y ferruginosos (5). Tiene la roca además fenocristales de plagioclasa (7), biotita y magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar». — 37 aumentos.





Fig. 31. — Obsidiana andesítica del Tidinit.

En la fotografía se aprecia perfectamente la textura vítreo-fluidal, muy general en las rocas del Tidinit. Se destacan en la pasta fenocristales de andesina-labrador (7), biotita (19) y magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar». — 37 aumentos.



Fig. 32. — Esferolitos en una obsidiana andesítica del Tidinit.

Los esferolitos representados en la figura están formados por elementos feldespáticos y ferruginosos (5). Tiene la roca además fenocristales de plagioclasa (7), biotita y magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar». — 37 aumentos.





Fig. 31. — Obsidiana andesítica del Tidinit.

En la fotografía se aprecia perfectamente la textura vítrea-fluidal, muy general en las rocas del Tidinit. Se destacan en la pasta fenocristales de andesina-labrador (7), biotita (19) y magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—37 aumentos.

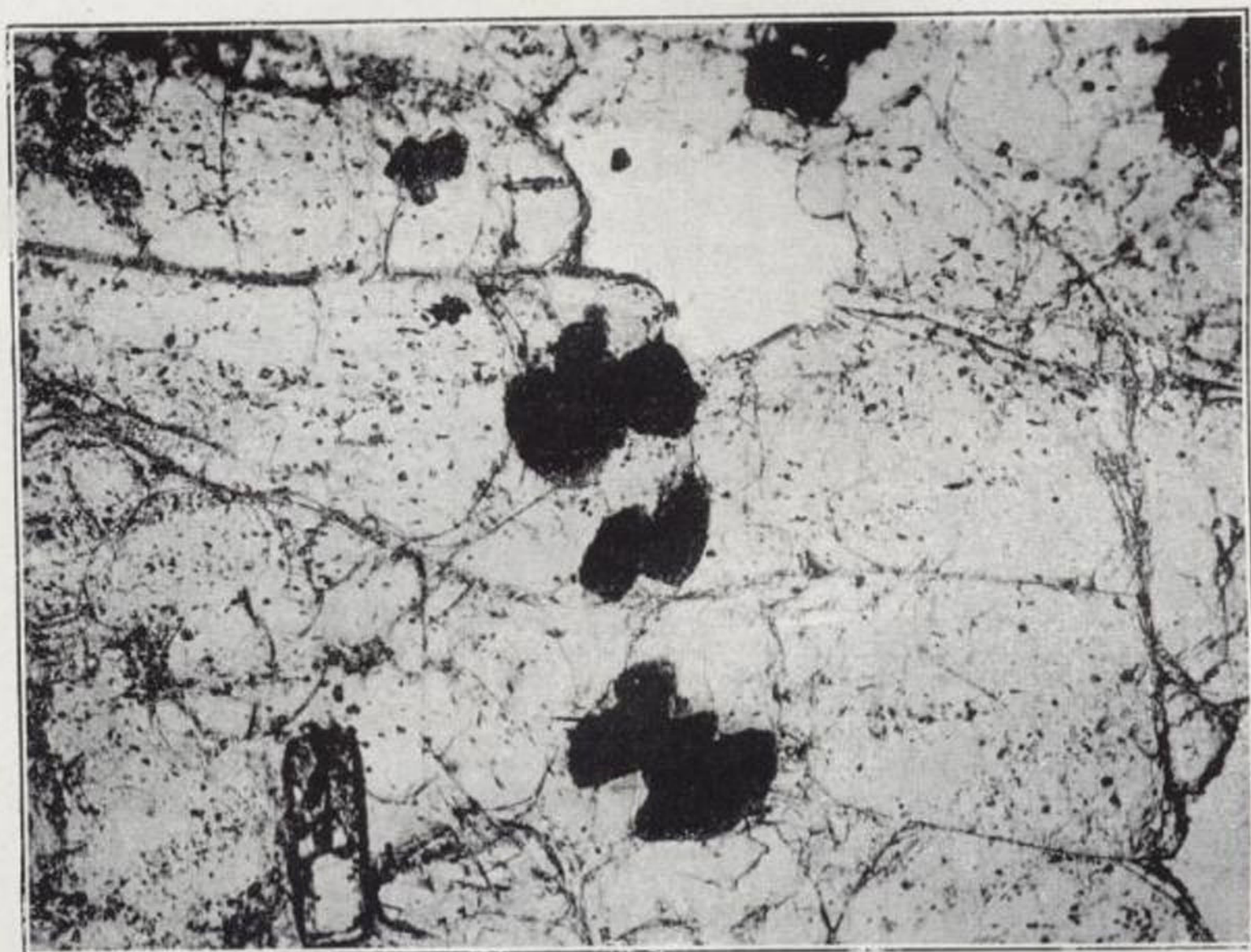


Fig. 32. — Esferolitos en una obsidiana andesítica del Tidinit.

Los esferolitos representados en la figura están formados por elementos feldespáticos y ferruginosos (5). Tiene la roca además fenocristales de plagioclasa (7), biotita y magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—37 aumentos.



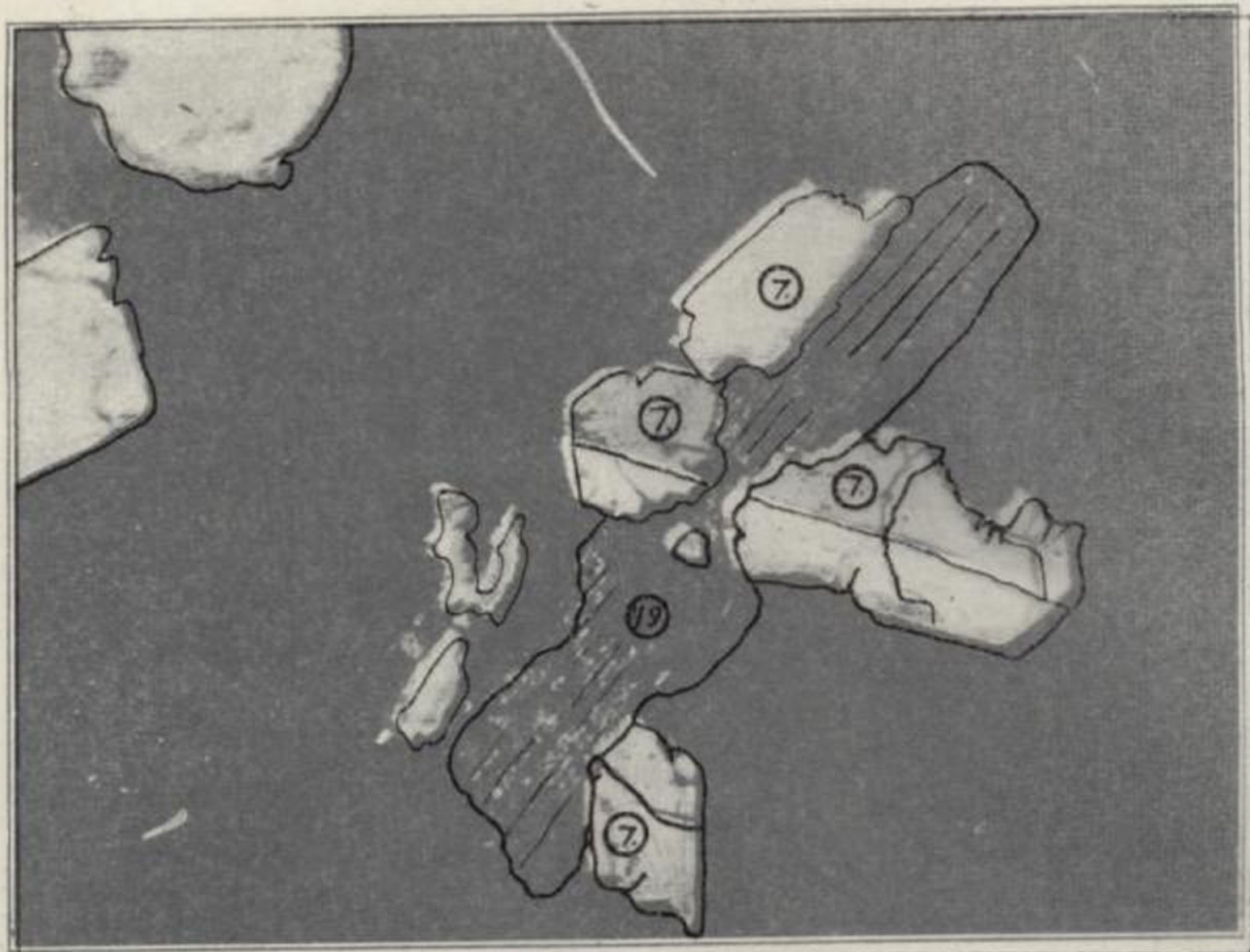


Fig. 33. — Agrupamiento de cristales de plagioclasa y biotita en una obsidiana andesítica del Tidinit.

En la pasta completamente vítrea de esta roca se observan algunos cristales de biotita (19) y plagioclasa labrador (7), formando a veces agrupaciones tan curiosas como la representada en la fotografía.

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar».—59 aumentos.



Fig. 34. — Andesita con biotita y hornablenda recogida en la carretera y en sitio próximo al campamento de Kaddur.

En una pasta microcristalina granuda se destacan los fenocristales de labrador (7), hornablenda (21), biotita (19), magnetita (29) y apatita (13).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—59 aumentos.



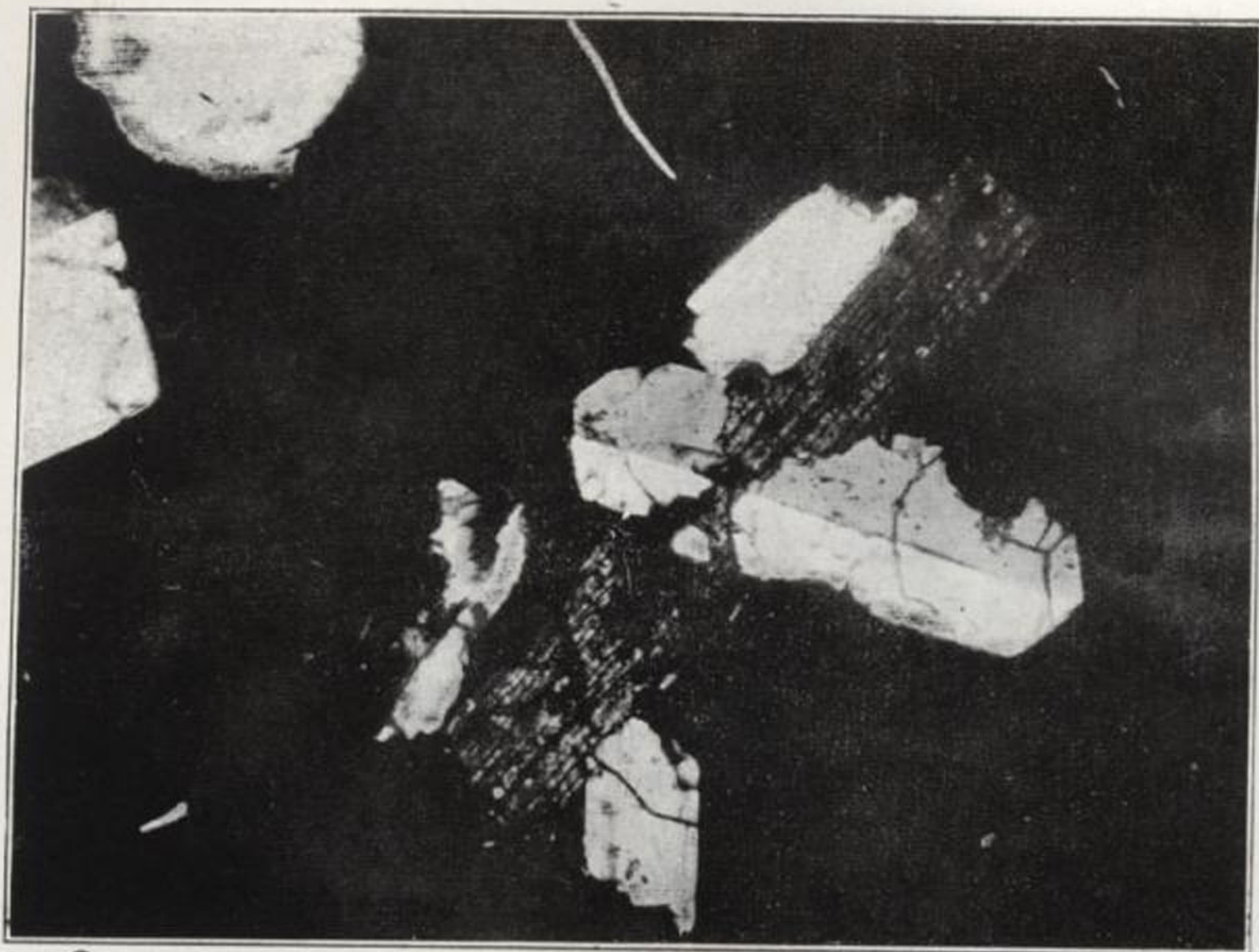


Fig. 33. — Agrupamiento de cristales de plagioclasa y biotita en una obsidiana andesítica del Tidinit.

En la pasta completamente vítrea de esta roca se observan algunos cristales de biotita (19) y plagioclasa labrador (7), formando a veces agrupaciones tan curiosas como la representada en la fotografía.

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar».—59 aumentos.



Fig. 34. — Andesita con biotita y hornablenda recogida en la carretera y en sitio próximo al campamento de Kaddur.

En una pasta microcristalina granuda se destacan los fenocristales de labrador (7), hornablenda (21), biotita (19), magnetita (29) y apatita (13).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—59 aumentos.



En la carretera a Kaddur, y en sitio próximo a este pueblo, la roca allí existente tiene color gris y se encuentra muy descompuesta, pero destacándose muy bien los cristales de biotita. Presenta una pasta de color verdoso amarillento, vítrea, con algunos microcristales de feldespato y elementos ferromagnésicos, especialmente cloritosos, que son los que dan color a la pasta. Los fenocristales de feldespato se presentan con los caracteres de siempre y hay también fenocristales de biotita, algunas veces alterada, y un poco de augita, magnetita y clorita. He visto también un poco de cuarzo. Se la puede considerar como una andesita vítrea con biotita.

En la carretera de Kaddur hemos recogido muestras de una roca de color gris acero, y que tiene una pasta que a la luz natural presenta un color gris pardo sumamente claro, en su mayor parte microcristalina granuda uniforme, con algunos trocitos vítreos y tendencia fluidal (fot. 34). Los fenocristales son de plagioclasa labrador, con las propiedades de siempre, de biotita y de hormablenda. La mica con los mismos caracteres de todas estas rocas, y la hormablenda en cristales muy sanos con un color verde y fuerte policromismo, variando desde el verde claro al verde fuerte. Las secciones basales tienen tendencia al color amarillento, presentan los cruceros cortándose a  $124^\circ$  y las secciones octogonales con los lados correspondientes a  $g'$ , mucho más cortos que los correspondientes a  $h'$  y  $m$ . Las secciones longitudinales, con el apuntamiento característico. Hay también magnetita de primera consolidación y apatita. Es, pues, una andesita con biotita y hormablenda.

En el kilómetro octavo de la misma carretera a Kaddur hay una roca de color gris acero con muchísimos cristales de mica muy brillantes que le dan un aspecto muy especial. Examinada al microscopio, presenta esta roca los mismos caracteres que la anterior, con la diferencia esencial de que, además de biotita y hormablenda, contiene augita, y en gran cantidad, y presentando a veces inclusiones de biotita. La pasta tiene repartidos en su masa muchos elementos ferruginos. Esta roca se la puede clasificar de andesita con augita, biotita y hormablenda.



En Ulad Ganen, cerca de Kaddur, hay una roca de color rojo fuerte, dura y resistente, con aspecto vítreo y tonos amarillentos de limonita y con manchitas oscuras y blancas. A veces tiene un color gris. Examinada al microscopio, se la ve constituida por una masa a trozos vítrea y a trozos constituida por productos ferruginosos con algo de arcilla y kaolín. Estos productos ferruginosos se agrupan alrededor de núcleos de hematites roja, a veces formados sólo por un grano microscópico, y siendo todo lo demás hidróxidos de hierro, rodeando a veces estos productos a cristales de feldespato, trozos de kaolín o materia vítrea. A veces forman unos esferulitos pequeños, y tienen un color oscuro a la luz natural, con tonos rojizos a la luz polarizada. Los trozos vítreos, que se presentan a modo de fajas, tienen el aspecto fluidal, y presentan algunos microlitos de oligoclasa en constitución. Se destacan en este magma los fenocristales, poco abundantes, de feldespatos, habiéndoles potásicos y calcosódicos. Los de sanidino se conservan muy sanos; parecen como formados posteriormente. Los plagioclasa presentan muy avanzada su alteración en kaolín. Hay un poquito de clorita (pennina) que debe provenir de la epigenesis del elemento ferromagnésico. Esta roca se le puede llamar obsidiana traquiandesítica, y es el representante vítreo de las traquiandesitas.

En el arroyo Masin, junto a Sidi-Embarck, hemos visto una roca de color gris ceniza con manchas blancas y cristales de biotita, que está constituida por una pasta vítrea fluidal con muchos productos ferruginosos (fot. 35). En él resaltan los feldespatos plagioclasa, de variedades entre la oligoclasa y la anortita, con las maclas de Calsbad y la de la albita con líneas pseudomórficas muy juntas y apretadas, con extinción zonar perfecta veces sólo en el borde, presentando en el centro a la luz polarizada un mosaico feldespático. Como elementos coloreados presenta la biotita, muchas veces retorcida y con los caracteres de todas estas rocas, y augita, maclada la mayoría de las veces. Y por último, en esta roca se presenta cuarzo del primer tipo que se extingue en grandes extensiones con tendencia muy

cada a las formas cristalinas y con inclusiones magmáticas. En esta roca también hay magnetita. El cuarzo caracteriza a esta roca, que se puede clasificar de dacita con biotita y augita.

En la subida de Az-Hasain hemos visto una roca parecida a la anterior, diferenciándose tan sólo por la ausencia de augita y porque el magma presenta algunos microlitos dentro de la parte vítrea. Hemos visto algún cristal pseudomórfico de pennina. Se le puede clasificar de dacita con biotita.

En Az-Hasain, la roca está constituida por una pasta microcristalina con grandes trozos vítreos. Hay fenocristales muy agrietados y un poco kaolinizados de plagioclasa, andesina o labrador con manchas ferruginosas. También abundan los macrocristales de augita, biotita y magnetita y alguno de enstatita. En alguna sección basal de augita hemos visto los cruceros  $h^1$ ,  $g^1$  y  $m, m$ . Los feldespatos y los piroxenos formando las agrupaciones características. Hay también un poco de apatita. Es roca del tipo general del Gurugú, aunque de textura vítrea.

En la carretera de Ishafen, próximamente en el kilómetro 12, hay una roca de color gris ligeramente amarillento con pintas negras. La pasta es de textura hyalopilitica, siendo los microcristales de feldespatos y biotita. Los fenocristales son de estos dos mismos minerales. El plagioclasa labrador sin kaolinizar, pero resquebrajado y roto, maclado, como siempre, y con extinción zonar. La biotita, sin alteración a veces, pero retorcida y hasta rota. La rotura alguna vez la presenta en el sentido longitudinal del cristal con inclusión del magma. Hemos visto un poco de anfíbol.

En otras rocas de color rojizo de este mismo sitio, la masa se hace más microcristalina en granos muy pequeños y con sólo pequeños residuos vítreos. La biotita se altera, apareciendo a lo largo del crucero fácil, y como por bandas una substancia parda de menos policromismo, y el contacto entre esta substancia y la biotita sana hace como un fajeado en el cristal. En sitios esta substancia parda se pierde, y hay inclusiones feldespáticas y magmáticas, también ordenadas longitudinalmente. En general, sólo los bordes de los cristales presentan esta última alteración, de

manera que éstos parecen rodeados de una aureola de mosaico formado por las inclusiones magmáticas y por los trocitos de biotita sin descomponer. En esta roca hay además magnetita y un poco de sanidino. Son, por tanto, andesitas vítreas con biotita, análogas a las del Tidinit.

Se llaman los montes Tumiat unos cerros existentes entre el Tidinit y la región de Sammar. Están constituidos por una roca eruptiva gris, que a veces toma un color muy oscuro, con muchos fenocristales observables a simple vista. Tiene pasta hyalopilitica con microcristales de feldespato, magnetita y elementos ferromagnésicos, y presenta color gris claro a la luz natural. Los fenocristales son de plagioclasa, labrador y andesina, con las maclas de siempre y con la extinción zonar perfecta, biotita algo alterada, principalmente en los bordes, hornablenda común de color verdoso, transformada en partes en una clorita de color amarillo canario, apenas sin policroísmo, que luego acaba por transformarse en una substancia arcillosa amorfa. Tiene la roca poco piroxeno; pero el que existe se transforma también en un producto cloritoso amarillo, pero más pardo que el procedente del anfíbol. Éste presenta a veces la macla y la extinción rodadora, y en algunos sitios pequeños trocitos de cuarzo, debido a su alteración. Es una andesita con hornablenda y biotita y un poco de piroxeno.

En otros ejemplares de rocas recogidas en este mismo sitio no se ve la hornablenda, pero sí los productos cloritosos de su alteración. Se ven también unos pseudocristales formados por calcita kaolín, que deben provenir de anfíboles y piroxenos. La biotita en esta roca es predominante.

Entre Tumiat y Tauriat Zag, aparecen rocas del tipo gener de las andesitas del Gurugú, pero muy escasas de elementos ferr magnésicos, sobre todo de biotita. Además, todas ellas se presentan muy alteradas.

**Proceso eruptivo y edad de las rocas hipogénicas de Tidinit y alrededores.**—Todos los cerros eruptivos que se presentan aislados en toda la zona comprendida entre los macizos Uixan, el Gurugú y el río Kert, y que rompen la continuidad

los terrenos terciarios, están formados por rocas que presentan grandes variaciones de unos sitios a otros. Sin embargo, todas tienen dos caracteres comunes de importancia. Es uno de ellos el que todas las rocas presenten la textura vítrea con todas sus diferentes variedades, lo que representa que han sufrido un enfriamiento rápido. Este carácter las diferencia bastante del Gurugú, en donde las rocas presentan, en general, la textura pilotóxica, aunque sea también frecuente la hyalopilitica, y sólo como excepción aparecen los tipos vítreos. En el Tidinit y alrededores no hay roca que no presente tipo vítreo casi completo; pues sólo en alguno de los ejemplares observados al microscopio aparecen algunos microlitos feldespáticos aislados, marcando el paso a la textura hyalopilitica.

Otro carácter común a todas estas rocas es la presencia de biotita. No se ve ninguna roca en estos parajes en donde no se vea brillar la biotita. Es más, las tovas, muy abundantes en aquella región, se caracterizan también por la constante presencia de esa mica.

También es carácter común a estas rocas la presencia de una plagioclasa con extinción zonar, casi siempre de los tipos básicos y con preciosas maclas de Calsbad y de la albita.

El tipo de roca más interesante de esta región es el de la dacita que hace su aparición junto al río Masin, en sitio próximo al Morabito de Sidi-Embarck, y también en la subida de Az-Hasain, constituyendo un cerrete de color gris. Sólo hemos encontrado esta roca de tipo ácido en el cabo de Tres Forcas, junto a Igsasa, en donde por la existencia del sanidino marca el tránsito a la riolita.

Las otras rocas halladas en la región que nos ocupa se diferencian en los componentes que las constituyen. Todo el monte Tidinit, y el de Kaddur, y el cerro de la carretera de Ishafen, junto al kilómetro 12, lo forman obsidianas andesíticas con biotita. Uno pequeño que atraviesa la carretera de Kaddur y los montes Tumiat, lo constituyen andesitas con biotita y hornablenda. En Az Hasain las andesitas tienen augita y biotita, y en el cerro situado

en el kilómetro 8 de la carretera de Kaddur, la roca que lo forma es una andesita con biotita, augita y hornablenda.

En el macizo de Uixan existen algunas rocas andesíticas en Boayeden y Henhamen que tienen analogía con las anteriores y que deben pertenecer a una misma erupción o a erupciones semejantes y de la misma época.

El grupo traquiandesítico está en la región del Tidinit mal representado. Únicamente en Hianen, en el macizo de Uixan, hay una roca que por lo alargado de los microcristales, la presencia de sanidino y la ausencia de fenocristales, se puede considerar como perteneciente a ese grupo. En Ulad Ganen, próximo a Kaddur, se presenta una obsidiana que debe también corresponder a este grupo.

Se observa, por tanto, en esta región, un grupo andesítico cuya variedad con biotita es la más importante, unos pequeños manchones de dacitas y algunas rocas, pocas, que representan, no de un modo muy definido, el grupo traquiandesítico.

Es interesante hacer observar que en esta región tuvieron gran importancia las tobas marinas. Se presentan de varios colores, muchas veces irisadas, con tonos muy suaves que dan a los cortes de esta roca un aspecto extraño y pintoresco. Están constituidas estas tobas, principalmente, por caliza muy poco pura que engloba otros elementos, a veces cristales muy sanos de feldespato y biotita. Elementos arcillosos, cloritosos y ferruginosos, se encuentran distribuidos en la roca; algunas veces se observan trocitos pequeños de cuarzo. En sitios determinados los cristales sanos de los feldespatos abundan extraordinariamente y se encuentran aislados en el suelo, donde pudimos recoger muchos ejemplares de ellos. Los feldespatos son plagioclasa y sanidino; siendo importante hacer observar que este último abunda mucho, entrando en estas rocas en mucha mayor proporción que en las rocas eruptivas que hemos examinado y que prestaron sus materiales a las tobas.

El gran espesor que presentan estas tobas, la mucha extensión que ocupan en la región que estamos estudiando, unido al carácter común de todas las andesitas de esta zona, de presentar una

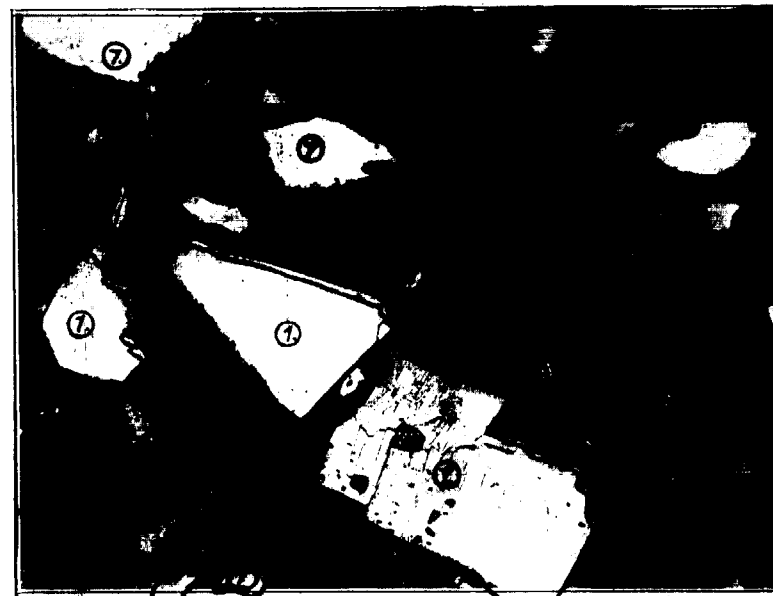


Fig. 35. — Dacita del barranco Maxin.  
Fenocristales de cuarzo (1) y andesina (7), y núcleos de elementos ferruginosos (29) son envueltos por una pasta vítrea fluidal.  
Datos ópticos: Luz natural. Objetivo «Planar».—37 aumentos.



Fig. 36. — Dacita característica del Uixan. (Río Uixan.)  
Todos los fenocristales representados en esta fotografía corresponden a hornablenda (21), algunas veces sana y otras mal desarrolladas, (20) y algo de magnetita (29) y plagioclasa, variedades andesíticas. Los núcleos ferruginosos representados por números.  
Datos ópticos: Luz natural. Objetivo «Planar».—37 aumentos.



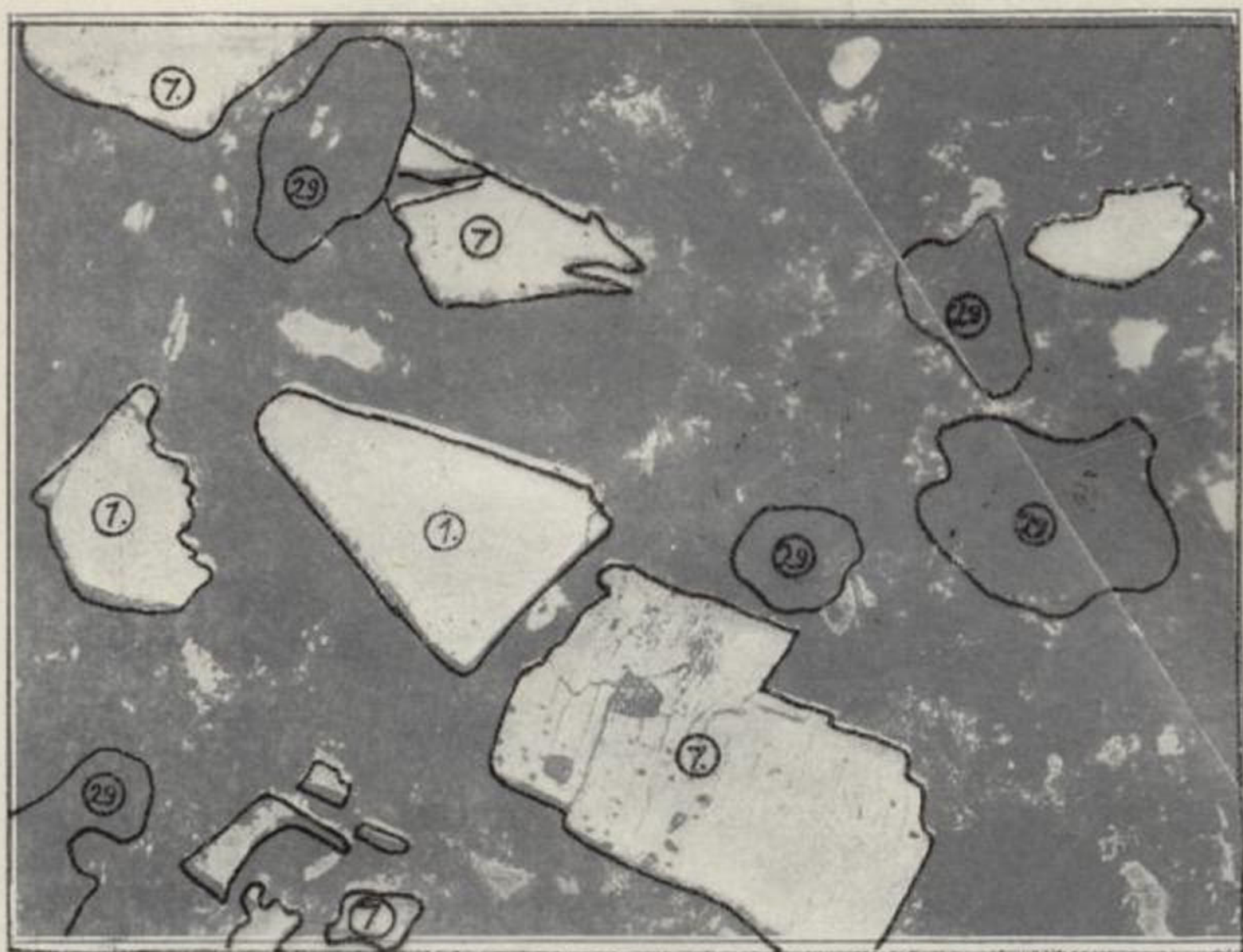


Fig. 35. — Dacita del barranco Maxin.

Fenocristales de cuarzo (1) y andesina (7), y núcleos de elementos ferruginosos (29) son envueltos por una pasta vítrea fluidal.

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—37 aumentos.

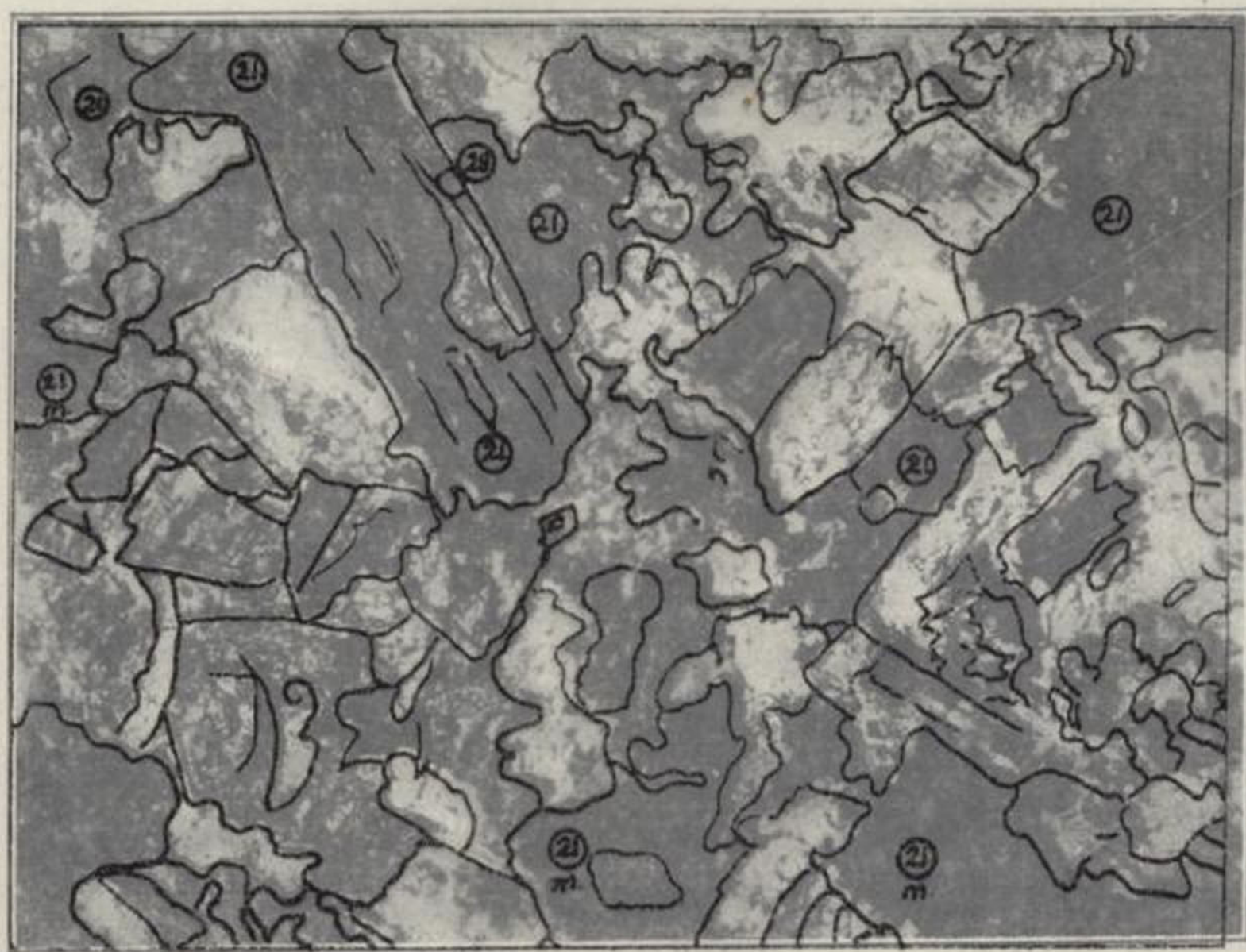


Fig. 36. — Diorita característica del Uixan. (Río Uixan.)

Todos los fenocristales representados en esta fotografía corresponden a hornablenda (21), algunas veces sana y otras muy metamorfoseada (21 m), algo de magnetita (29) y plagioclase, variedades andesina y labrador que no han sido representados por números.

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar».—37 aumentos.





Fig. 35. — Dacita del barranco Maxin.

Fenocristales de cuarzo (1) y andesina (7), y núcleos de elementos ferruginosos (29) son envueltos por una pasta vítrea fluidal.

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—37 aumentos.



Fig. 36. — Diorita característica del Uixan. (Río Uixan.)

Todos los fenocristales representados en esta fotografía corresponden a hornablenda (21), algunas veces sana y otras muy metamorfoseada (21 *m*), algo de magnetita (29) y plagioclasa, variedades andesina y labrador que no han sido representados por números.

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar».—37 aumentos.



textura vítrea que nos demuestra un enfriamiento rapidísimo, nos induce a sospechar que las erupciones andesíticas del Tidinit y alrededores debió ser una erupción submarina y las tobas se debieron formar después de haber tenido lugar la actividad volcánica, entrando en su constitución elementos de las lavas que hacía poco habianse formado debajo o que habian emergido del mar que cubría aquella zona por aquel entonces.

La edad de las erupciones en esta zona se puede deducir de la edad de las tobas marinas casi contemporáneas de aquéllas. Las tobas marinas se las ve interstratificadas entre las areniscas astienses y las margas plasencienses en casi todo el terreno de la zona que nos ocupa, de modo que las erupciones del Tidinit se pueden considerar del final del plasenciense. Estas erupciones, por tanto, parecen un poco más antiguas que las del Gurugú.

Las diferencias de textura que se observan entre las rocas del Gurugú y las del Tidinit se deben atribuir a que las segundas son debidas a erupciones submarinas, no así las del Gurugú, que debieron realizarse por volcanes emergentes, lo que trajo consigo que el enfriamiento de las lavas fuera mucho más lento, produciendo cristalizaciones completas del magma.

A las erupciones ácidas de esta región no podemos atribuirles la edad de un modo concreto, pues aparecen en dos manchones aislados, y uno de ellos, el de la subida de Az Hasain, en forma de cerrete y con muy pequeña extensión. Sin embargo, están rodeados de las erupciones andesíticas y parecen demostrar que no debe haber transcurrido mucho tiempo entre que dacitas y andesitas hayan salido a la superficie. ¿Constituyeron las dacitas la primera fase de la erupción? ¿Forman como diques y asomos en la mancha andesítica? No tenemos suficientes datos para poder dar una contestación categórica; pero en Az Hasain nos parece que las dacitas se superponen directamente a las arcillas plasencienses, y en este caso parece sean anteriores a las andesitas del Gurugú.



## MONTES DE BENI-BU-IFRUR

Los montes del Uixan y Afra, que forman parte del macizo de Beni-bu-Ifrur, se hallan separados por el valle del Jemis. Pero forman un solo macizo montañoso, no sólo examinados orográficamente, sino también atendiendo a consideraciones geológicas. Ambos están constituidos por terrenos antiguos y secundarios, y en ambos radican los ricos yacimientos de hierro que hoy se encuentran en activa explotación. Nosotros empezaremos por la descripción de las rocas del Uixan.

En el Uixan se presenta un gran manchón plutónico que atraviesa el río del mismo nombre; parece un lacólito puesto al descubierto por los movimientos tectónicos y por la erosión. La roca que lo constituye tiene cuando está sana un color gris acero, en el que se destacan los cristales oscuros de los elementos ferromagnésicos. Algunas veces presenta un color rosáceo, debido a los feldespatos, y otras es muy oscura. Tiene fractura concoidea, y es bastante dura. Su resistencia y solidez no son grandes, debido a contener muchos feldespatos muy fácilmente alterables y que perjudican mucho a la cohesión de la roca. El manchón hipogénico hace su aparición en las pizarras silurianas y está en íntima relación con los criaderos de hierro.

La roca pertenece al grupo diorítico, y presenta variaciones en su textura y en su constitución, de unos sitios a otros. Como en casi todos los lacólitos, se ven diques atravesando los terrenos antiguos, en comunicación con la masa principal. Aunque el magma que originara la roca de estos diques no tendría probablemente variación con el que produjo el gran manchón, presenta, sin embargo, una textura distinta y constituye una porfirita diorítica, debido a que siendo el hueco que rellenó mucho más estrecho, la superficie de enfriamiento fué mayor y la cristalización más rápida, no dando tiempo a todos elementos del magma a que se diferenciaron con holgura. Estos diques, en la zona del barranco





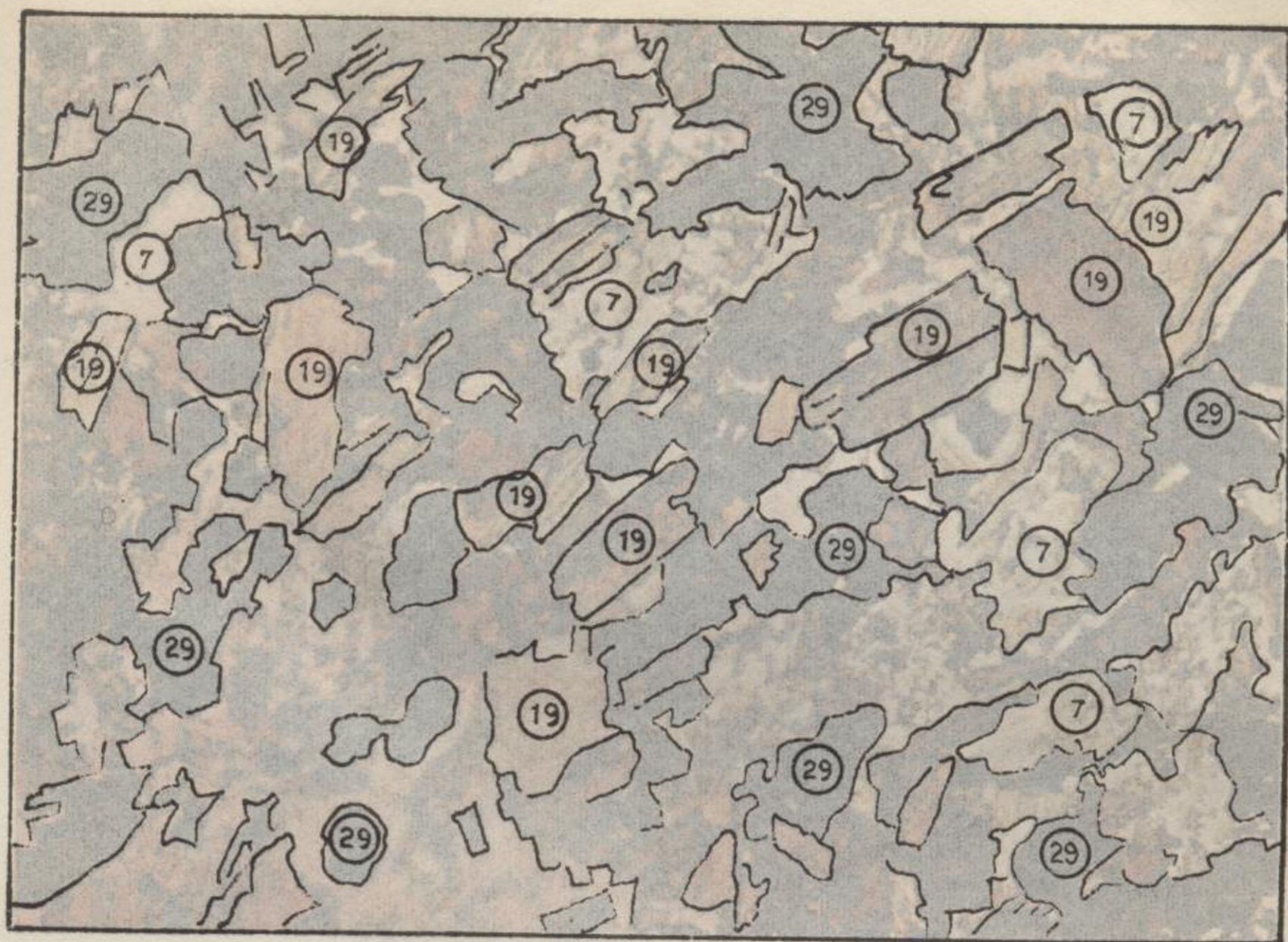


FIG. 5.—LAMPROFIRO MICACEO.—AUMAL.

Roca de textura holocristalina entrecruzada con fenocristales de biotita (19), plagioclasa andesina (7) y magnetita (29) exclusivamente.

*Datos ópticos.*—Luz natural; objetivo «Planar»; 59 aumentos.



FIG. 6.—DIOIRITA CROMIFERA.—RÍO UIXAN.

Textura holocristalina con cristales de plagioclasa andesina (7), ortosa (3), hornablenda (21), biotita (19), cuarzo (1) y magnetita.

*Datos ópticos.*—Luz polarizada; objetivo apocromático de 35 mm.; 22 aumentos.



LÁMINA III

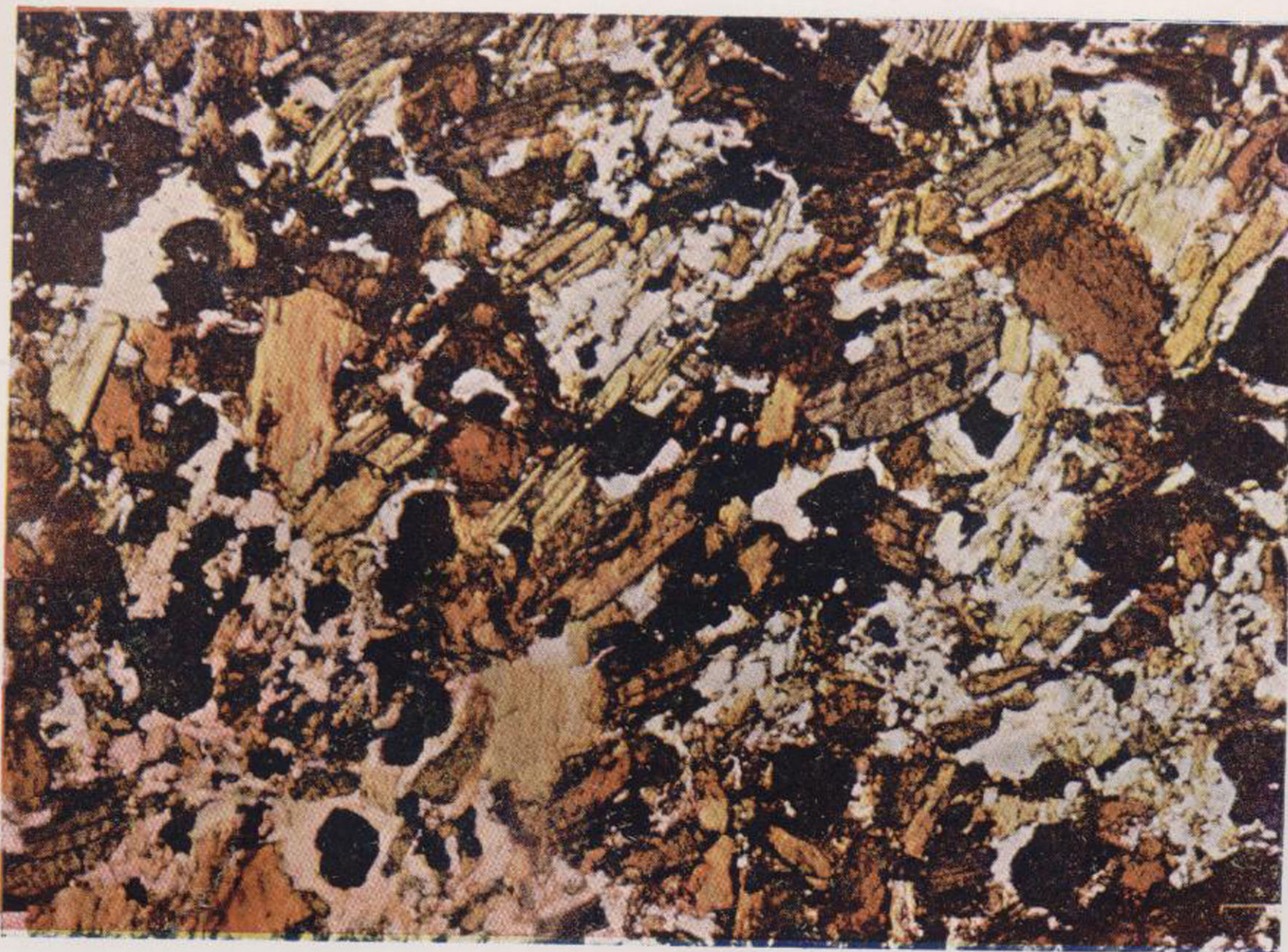


FIG. 5.—LAMPROFIRO MICACEO.—AUMAL.

Roca de textura holocristalina entrecruzada con fenocristales de biotita (19), plagioclasa andesina (7) y magnetita (29) exclusivamente.

*Datos ópticos.*—Luz natural; objetivo «Planar»; 59 aumentos.

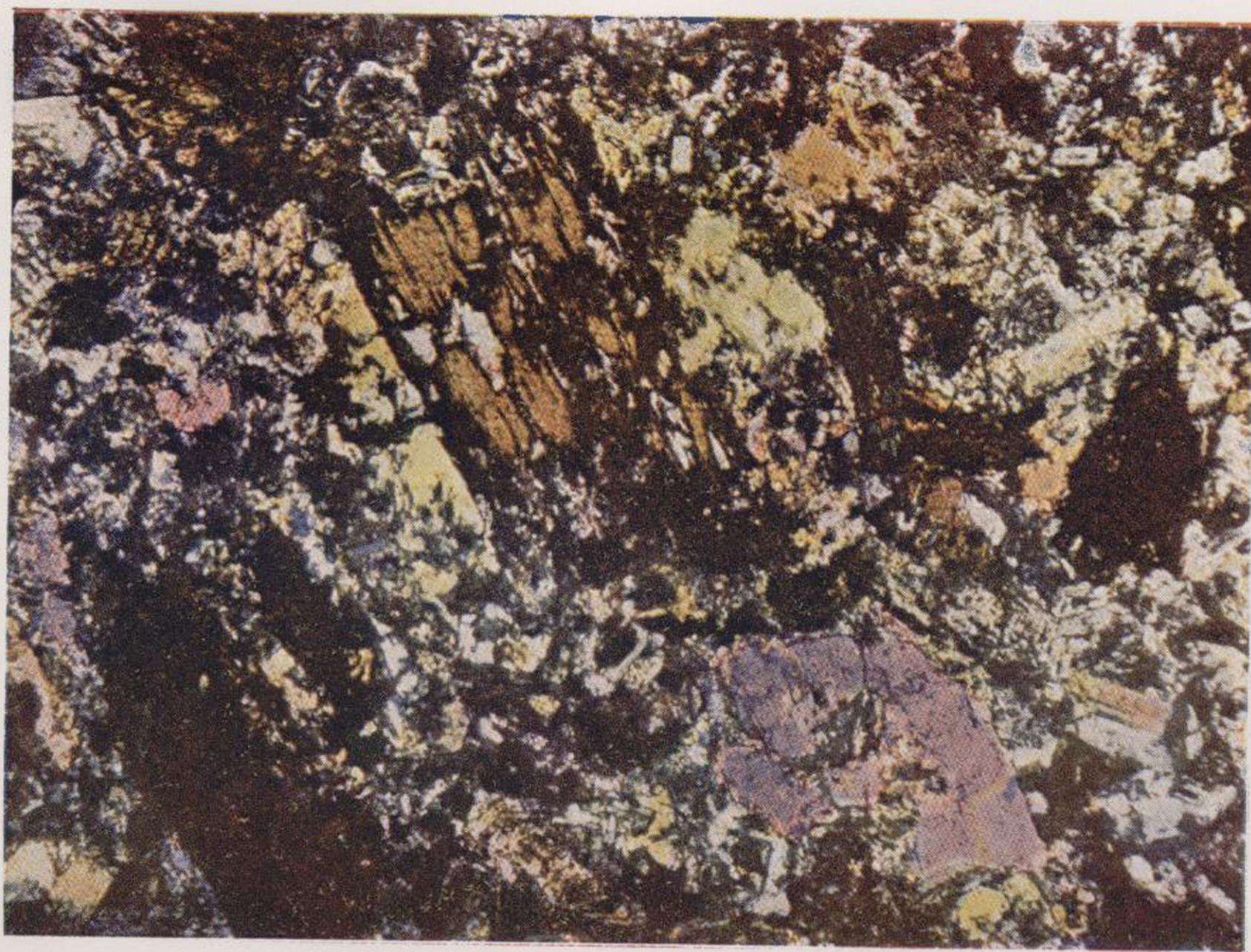


FIG. 6.—DIORITA CUARZIFERA.—RÍO UIXAN.

Textura holocristalina con cristales de plagioclasa andesina (7), ortosa (3), hornablenda (21), biotita (19), cuarzo (1) y magnetita.

*Datos ópticos.*—Luz polarizada; objetivo apocromático de 35 mm.; 22 aumentos.



Bocoia, se les ve a veces cruzarse en ángulo recto y tienen una íntima relación con los criaderos de hierro. En el plano geológico de Guelaya, de los Sres. Valle y Fernández Iruegas, están representados estos asomos hipogénicos.

La roca, en el manchón principal, presenta una textura claramente granitoide (fot. 36), y está constituida esencialmente por feldespato, hornablenda y biotita, presentando además algo de cuarzo, piroxeno, magnetita, apatita y otros varios minerales, procedente de la descomposición de aquéllos.

El feldespato es, generalmente, plagioclasa, que, por sus fajas polisintéticas de diverso espesor y por el ángulo de extinción de las dos series de bandas, en las secciones contadas normalmente a éstas, se deduce que se presentan diversas variedades comprendidas entre la andesina básica y el labrador. Tiene formas cristalinadas bien determinadas con las maclas de Calsbad, la de la albita, y algunas veces la de la periclina. La extinción zonar también siempre le acompaña, y, como en todas las rocas de Marruecos, se ven al microscopio preciosos ejemplares. La transformación de los feldespatos en kaolín se encuentra, en general, muy avanzada, y unas veces este metamorfismo se efectúa a trozos, en forma irregular, y otras se efectúa en zonas concéntricas, con preferencia en el interior del cristal. Se presentan inclusiones de los elementos ferromagnésicos. Se ve también algún cristal de ortosa maclado, según Calsbad, y que en la descomposición produce kaolín y muscovita.

El anfíbol se presenta en algunos sitios muy sano. Por su color y extinción debe ser hornablenda común. Tiene el color verde característico, muy dicróico. Se observan cristales alargados, según  $h'g'$ ; en algunos aparece el apuntamiento debido al bisel triple. Es frecuente la macla, según  $h'$ , sencilla. Se transforma en clorita, presentando algunos trozos de este mineral un color de polarización azul amoratado muy fuerte. También se descompone en arcilla, calcita y productos ferruginosos; en alguna preparación de las examinadas al microscopio son éstos tan abundantes, que ocupan casi por completo el espacio que llenaba el primitivo cristal.

En los cristales de hornablenda se observan penetraciones de feldespato. La hornablenda, por descomposición, toma colores más claros, y entonces falta el dichroísmo. Hemos visto inclusiones de biotita en este mineral.

Otro elemento ferromagnésico, abundante en el manchón del Uixan, es la biotita; pero aunque este elemento y el anfíbol se presentan en muchas rocas juntos, hay zonas en donde preferentemente se presentan cada uno de ellos. En general, la presencia de la biotita coincide con mayor abundancia de ortosa y de cuarzo, constituyendo una diorita cuarzosa (fot. 37 y fotografía en colores, número 6). Se presenta la biotita muy policrónica, de color pardo amarillento fuerte, en algunas preparaciones pardo rojizo. Se ve clarísimo, como siempre, el crucero según *p*. Las formas son redondeadas en las secciones basales, y muy alargadas en las secciones verticales. La descomposición se efectúa, principalmente, en los bordes, perdiendo policromismo. Se transforma preferentemente en clorita y en hidróxidos de hierro. En una roca próxima al fuerte nombrado Nuestra Señora del Carmen presenta la biotita una alteración muy singular (fot. 38). En fajas paralelas al crucero *p* pierde su coloración y dichroísmo y toma unos colores muy vivos de paralización y muy diferentes a los suyos peculiares, que son pardos, resultando, por tanto, un contraste sumamente marcado. En otros sitios, entre los productos ferruginosos de la epigenesis de la biotita, se observan granos y cristalitos rojos, policrónicos, de goethita.

También aparece algo de augita, a veces en maclas múltiples; pero, generalmente, se presenta muy descompuesta y convertida en una sustancia parda sin reacción óptica.

El cuarzo se presenta, en general, en pequeña cantidad, frecuentemente sin formas propias, con pocas inclusiones; sin embargo, le hemos visto en alguna preparación con marcada tendencia a presentar forma cristalina.

Otro mineral que se presenta siempre es la apatita en cristales muy bien determinados, exagonales los de la base, y alargados con el apuntamiento característico los normales a la base. Se presen-

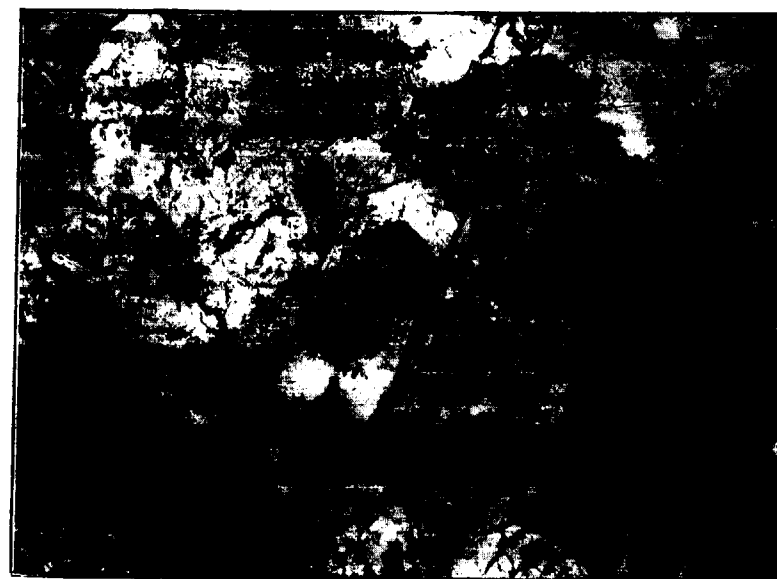


Fig. 37. — Diorita un poco cuarcífera. (Río Uixan.)

Formada por cristales de feldespato kaolinizado (3), hornablenda (21), con alguna inclusión feldespática y de magnetita, cuarzo escaso (1) y magnetita (29).

Datos ópticos: Luz natural. Objetivo «Planar». — 37 aumentos.



Fig. 38. — Cristal de biotita en una roca diorítica recogida junto al fuerte de Nuestra Señora del Carmen (Uixan).

El cristal de biotita (19), reproducido en la fotografía, presenta una alteración en fajas paralelas al crucero (*p*).

Datos ópticos: Luz natural. Objetivo «Planar». — 59 aumentos.



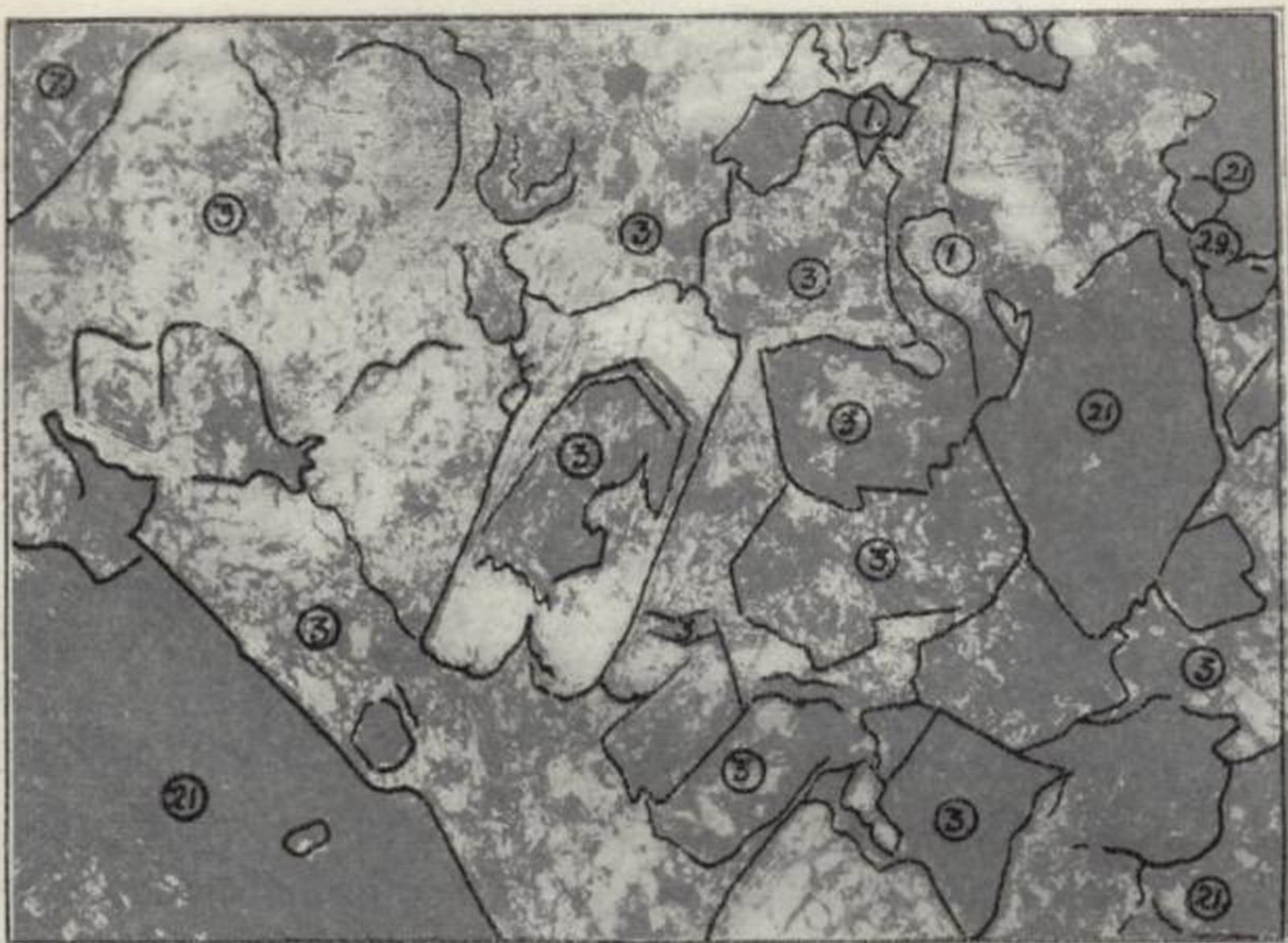


Fig. 37. — Diorita un poco cuarcífera. (Río Uixan.)

Formada por cristales de feldespato kaolinizado (3), hornablenda (21), con alguna inclusión feldespática y de magnetita, cuarzo escaso (1) y magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—37 aumentos.



Fig. 38. — Cristal de biotita en una roca diorítica recogida junto al fuerte de Nuestra Señora del Carmen (Uixan).

El cristal de biotita (19), reproducido en la fotografía, presenta una alteración en fajas paralelas al crucero (*p*).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—59 aumentos.





Fig. 37. — Diorita un poco cuarcífera. (Río Uixan.)

Formada por cristales de feldespato kaolinizado (3), hornablenda (21), con alguna inclusión feldespática y de magnetita, cuarzo escaso (1) y magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—37 aumentos.

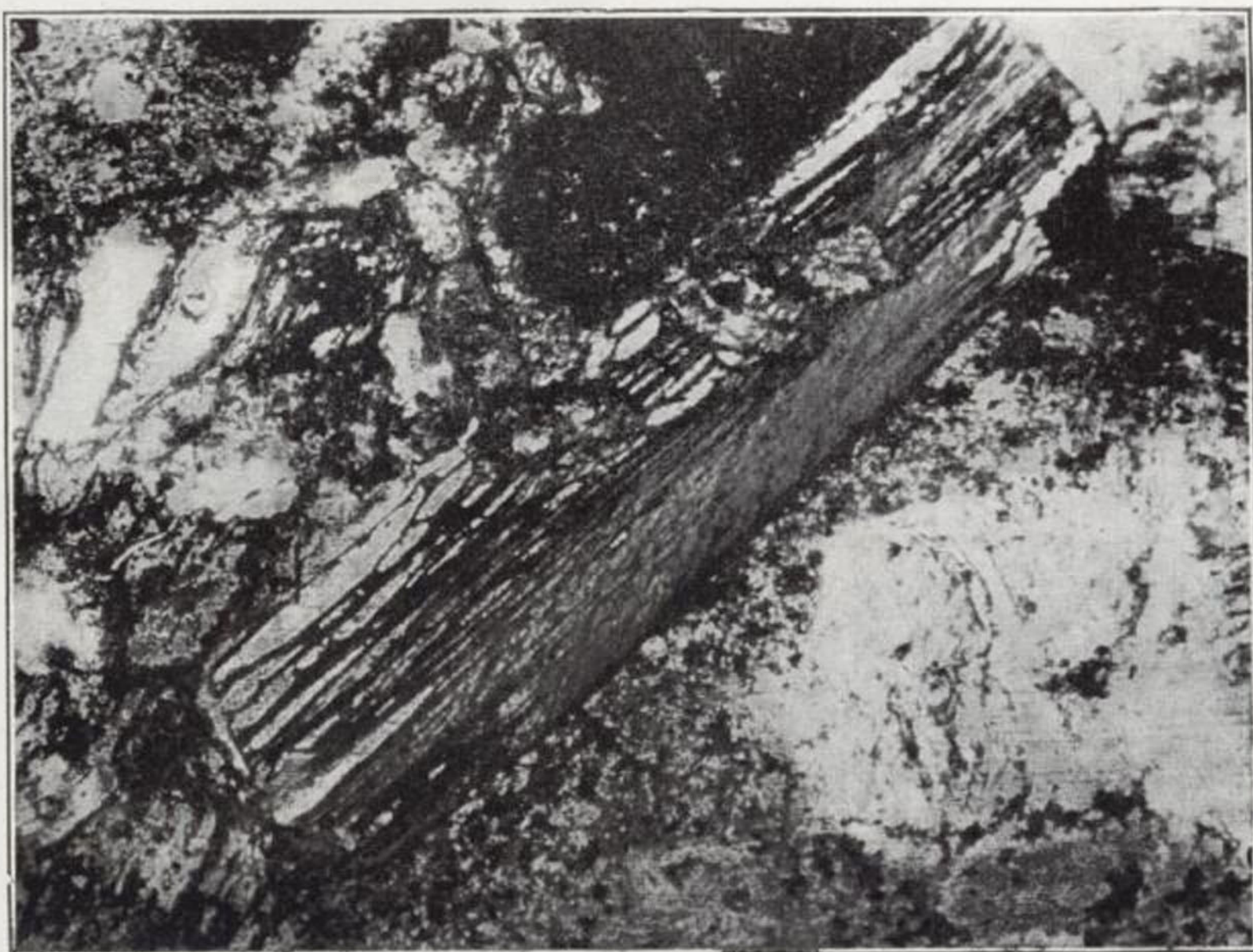


Fig. 38. — Cristal de biotita en una roca diorítica recogida junto al fuerte de Nuestra Señora del Carmen (Uixan).

El cristal de biotita (19), reproducido en la fotografía, presenta una alteración en fajas paralelas al crucero (*p*).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—59 aumentos.



tan en estas últimas secciones las estrías características. Generalmente no se ven ninguno de los cruceros. Los cristales tienen a veces gran tamaño.

La magnetita se presenta como mineral de primera consolidación y como producto secundario. En el primer caso se presenta en secciones cuadradas y exagonales, y en el segundo, sin formas propias y diseminada en el cristal que la ha producido.

Como minerales procedentes de la descomposición de los elementos anteriores, ya hemos dicho, que se presenta el kaolín, la arcilla, calcita, hidróxidos de hierro, goethita y clorita, y hemos visto algunos trozos confusos de difiro. La clorita tiene un color amarillo claro y presenta las palmas características. Parecen corresponder al grupo de menor birrefringencia y en general a la pennina, aunque la forma de abanico que a veces presenta indica claramente que también hay ripidolita.

En algunas preparaciones también se ve cuarzo secundario con la anomalía óptica característica. También aparecen en las rocas con ortosa las moscas de muscovita. Es frecuente en todas las dioritas la pirita de hierro, y es raro el ejemplar que no contiene muestra de ella.

En el mismo río Uixan, en el borde del lacolito, aparece la roca de textura porfiroide (fot. núm. 39), de que ya hemos hablado. La masa en donde están enclavados los fenocristales tiene textura microcristalina, formada por trocitos y cristalitos de feldespato, de formas redondeadas y poligonales, sin aparecer, por lo menos en abundancia, los microlitos alargados, según  $hg'$ , de este mineral que hemos visto en las andesitas. Existen además, aunque muy escasos, microcristales de elementos ferromagnéticos. Los fenocristales son de labrador maclado, según Calsbad y según la albita, con extinción zonar y con inclusiones escasas de elementos ferromagnéticos, de hornablenda sanísimos, con la macla sencilla, según  $h'$ , y de biotita, que aparece alguna vez incluido en el anfíbol. No se ve cuarzo y sí magnetita de primera consolidación y apatita.

Como ya hemos dicho, en relación con la mancha hipogénica

principal del río Uixan, se ven atravesando las pizarras antiguas unos diques, cuya constitución es análoga a la del que acabamos de describir. En los que en dirección Este-Oeste y buzamiento al Norte hemos observado entre Asmir y Hadumen, la textura es porfiroide y el color de la roca es gris verdoso, apareciendo los mismos elementos que en las dioritas; sólo en un dique la roca presenta tal abundancia de fenocristales, que sólo en algunos trozos de ella se puede percibir la estructura porfiroide; es, pues, ésta un tránsito entre dioritas y porfiritas. En general, estas rocas se presentan muy metamorfoseadas y presentan colores gris acero y rosáceo.

En el barranco Bocoia también se presentan diques dioríticos con piritas de hierro, que deben ser la prolongación a Levante de los que acabamos de describir. El color es gris azulado y su constitución, según se deduce del examen de la roca al microscopio (fotografía núm. 40), es igual a las anteriores. Hemos podido observar en ella que en la pasta, además de los cristallitos y granos de feldespato, los hay también de anfíbol y magnetita. El anfíbol en esta roca es muy abundante y se presenta en cristales de hornablenda muy sanos, con cruceros claros, con formas exagonales en las secciones normales al eje vertical, por combinación de las caras  $m$  y  $g'$ , y en formas exagonales o romboidales en las secciones verticales, según éstas estén dadas por  $h'$  o por  $g'$ . Muchas veces maclada. El plagioclasa es labrador. Hay también biotita, aunque mucho más escasa. En algunos sitios el magma se hace en trozos isotrópico. Se ve algo de cuarzo (fot. núm. 41) y hemos podido observar algún cristal de este mineral con forma cristalina, agrietado, con vetillas de kaolín e inclusiones de magnetita y feldespatos. Se observa también algo de calcita incluida en la roca de vetillas. También atraviesan a estas rocas unos filoncillos rellenos de cuarzo secundario y kaolín.

En el collado de Axara esta misma roca del grupo diorítico se presenta con un color rojizo, con grandes cristales, muy descompuesta y desgredada.

En el barranco de Sidi-Brahim la roca tiene textura granitoide



Fig. 39. — Porfírita diorítica. (Río Uixan.)

En pasta microcristalina se ven muchos cristales de andesina-labrador (7), hornablenda (21), predominante entre los elementos ferromagnéticos, biotita (19) y magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—37 aumentos.



Fig. 40. — Porfírita diorítica (Bocoia).

En esta preparación destacan unos preciosos cristales de hornablenda maclados (21) y con inclusiones feldespáticas (3).

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar».—37 aumentos.



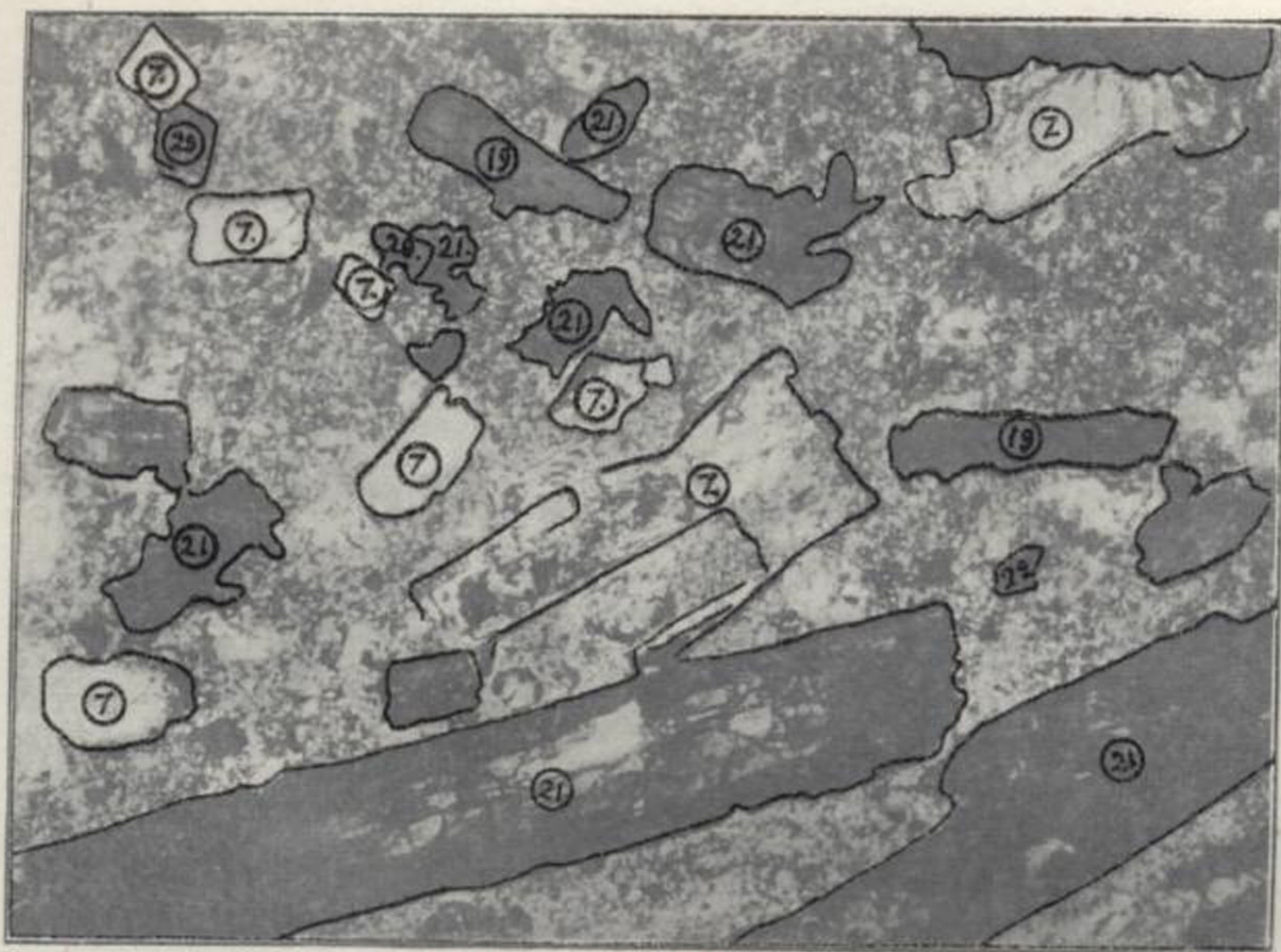


Fig. 39. — Porfirita diorítica. (Rio Uixan.)

En pasta microcristalina se ven muchos cristales de andesina-labrador (7), hornablenda (21), predominante entre los elementos ferromagnéticos, biotita (19) y magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—37 aumentos.

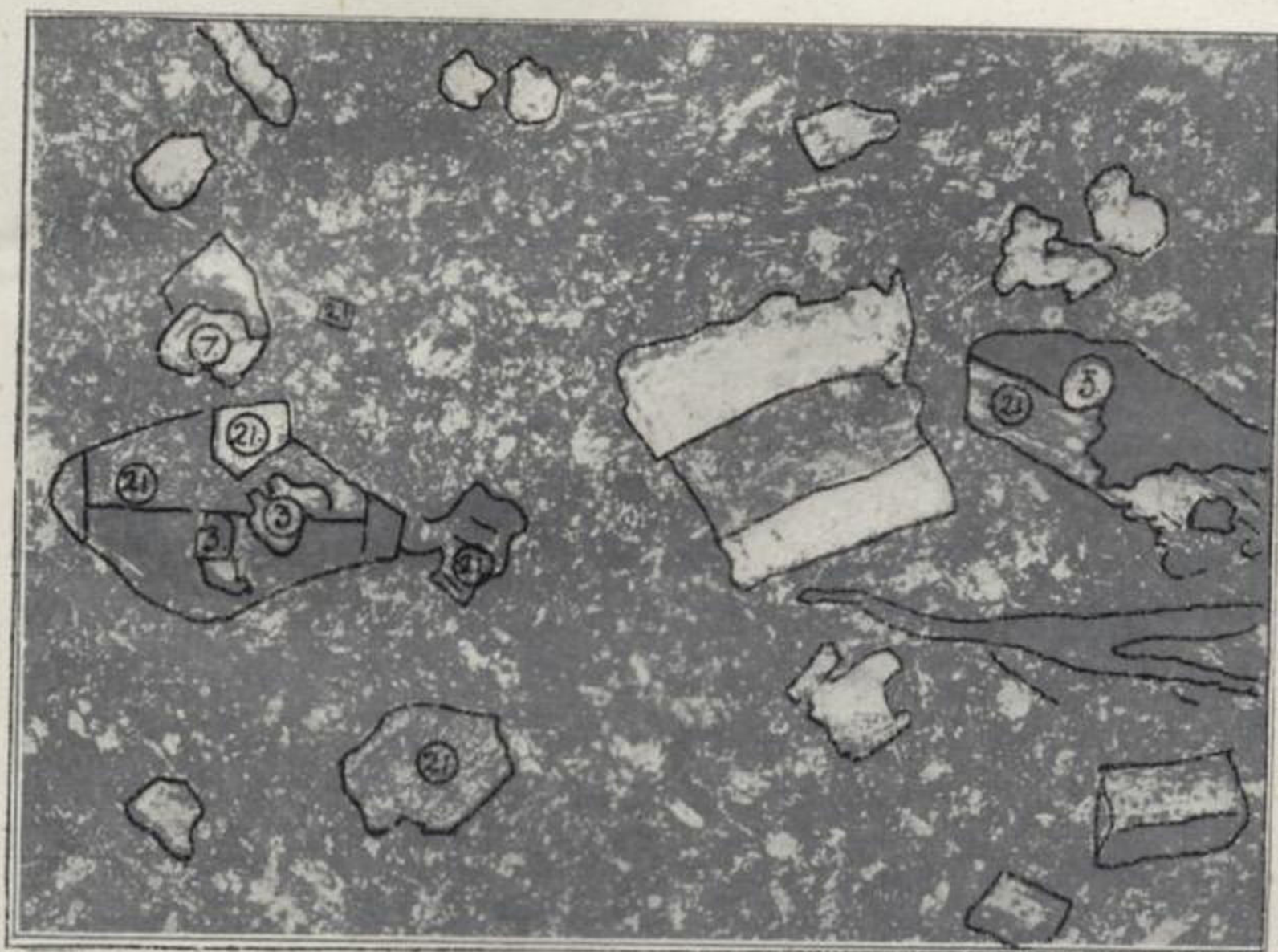


Fig. 40. — Porfirita diorítica (Bocoia).

En esta preparación destacan unos preciosos cristales de hornablenda maclados (21) y con inclusiones feldespáticas (3).

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar».—37 aumentos.





Fig. 39. — Porfirita diorítica. (Río Uixan.)

En pasta microcristalina se ven muchos cristales de andesina-labrador (7), hornablenda (21), predominante entre los elementos ferromagnésicos, biotita (19) y magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar». — 37 aumentos.



Fig. 40. — Porfirita diorítica (Bocoia).

En esta preparación destacan unos preciosos cristales de hornablenda maclados (21) y con inclusiones feldespáticas (3).

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar». — 37 aumentos.



y presenta ortosa, cuarzo con formas propias y con inclusiones, biotita, clorita, muscovita y calcita, siendo ya, pues, un tránsito a la granulita.

La roca de Taurit Imuchguin, aunque es difícil determinarla por hallarse muy descompuesta, por su abundancia de muscovita, que debe proceder de la descomposición del feldespato ortosa, y de biotita, y por su textura granitoide, debe proceder de una roca análoga a la anterior.

En Taurit Narrich la roca es de textura porfiroide microcristalina, y se halla también muy alterada. Los cristales de anfíbol están completamente epigenizados en clorita, probablemente pennina, calcita, kaolín y magnetita, ésta muchas veces formando una gran aureola alrededor del cristal. La biotita se presenta frecuentemente retorcida, sin duda debido a un metamorfismo dinámico. Se transforma en magnetita y otros productos ferruginosos que a veces también forman aureola. Presenta apatita.

Todas las rocas antes descritas pertenecen al grupo diorítico, y sólo se diferencia en la textura a causa de que la cristalización se ha efectuado con mayor o menor rapidez. Son, en general, dioritas con biotita, siendo también muy abundantes las dioritas cuarzosas con biotita.

Además de estas rocas hay, dentro de lo que pudiéramos llamar macizo del Uixan, otras rocas hipogénicas que pertenecen a grupos diferentes y que tienen relaciones con las erupciones volcánicas que rodean al referido macizo, y que no parecen tener analogía con el grupo diorítico estudiado.

En Boayeden se presenta una roca eruptiva de textura porfiroide microcristalina. Los microlitos están constituidos por cristales alargados de feldespato y biotita, siendo las agujitas de este último mineral muy características de la textura de esta roca. También se ven, aunque escasos, cristales microscópicos de augita.

Los fenocristales son labrador, con las maclas características; cristales en agujas muy sanos de biotita y cristales de augita que, cuando las secciones examinadas al microscopio son basales, presentan los tres cruceros, según  $h'$ , según  $g'$  y según las caras  $mm$ .



Estos cristales presentan maclas múltiples, según la ortopinacoide  $h'$ . También presenta esta roca, aunque en proporción menor, hornablenda también maclada, según  $h'$ . Existe además en la roca magnetita y apatita en cristales muy sanos. Hay un poco de cuarzo secundario. Se trata, pues, de una andesita con biotita y piroxeno. Tiene un color gris azulado oscuro, en donde resaltan mucho los cristales de mica.

En Henhamen no pudimos recoger ninguna roca sana, pero desde luego se puede apreciar por su textura que pertenece al grupo andesítico. Presenta colores oscuros.

En el camino de Bu-Atlaten a Henhamen hay una roca análoga a la anterior, y, en la preparación de un ejemplar que allí recogimos, hemos visto un cristal de apatita de excepcional tamaño y muy sano, como se puede comprobar examinando la fotografía número 42.

En Hianen, en una roca de color gris, amoratado, con motas blancas debidas a los feldespatos, hemos podido ver al microscopio que tiene textura porfiroide microcristalina fluidal. Los microlitos son de labrador, alargados, según  $pg'$ . Presenta pocos fenocristales, y éstos de labrador. Los microlitos forman regueros alrededor de los fenocristales y se agrupan muchas veces formando esferolitos (fot. 43) con su característica cruz negra. Los elementos ferromagnésicos debieron ser muy escasos. Hoy no se ve más que magnetita. Presenta además apatita. Se la puede clasificar de obsidiana andesítica.

En el macizo de Afra se presentan en diques las porfiritas dioríticas, prolongación de las del Uixan e importantes erupciones andesíticas, que han ocasionado un gran metamorfismo en los terrenos inmediatos y fenómenos mineralizadores más complejos que en el Uixan.

El monte Bogarara es el más importante de todos los que constituyen este macizo, y desde él hacia la costa van decreciendo las montañas en altitud, hasta llegar a la planicie que une Nador con Zeluán.

El crestón Bogarara se encuentra muy metamorfoseado y des-

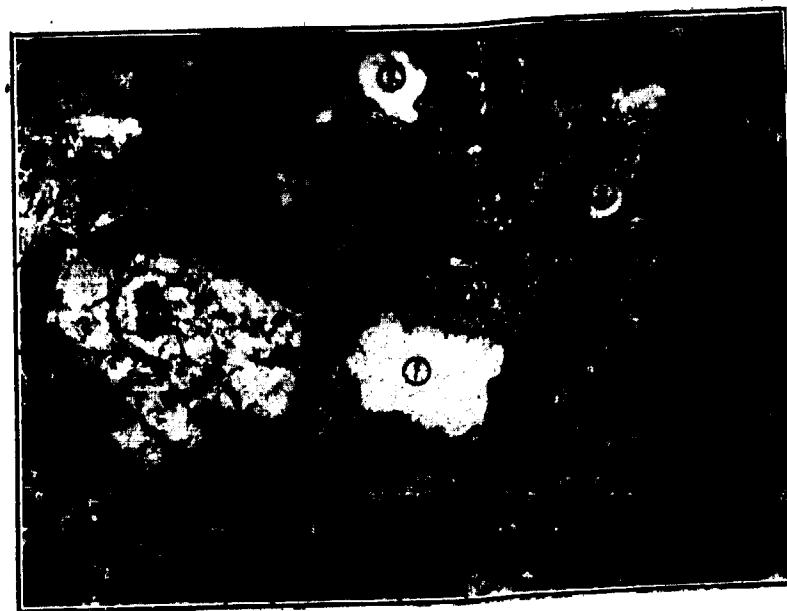


Fig. 41. — Porfirita diorítica con cuarzo. (Barranco Bocoia.)  
En pasta microcristalina se ven muy abundantes fenocristales de feldespatos muy kaolinizados (3), hornablenda (21), algo de cuarzo (1), clorita (37) y magnetita (29).  
Datos ópticos: Luz natural. Objetivo «Planar». —48 aumentos.



Fig. 42.—Cristal de apatita. Roca del camino de Bu-Atlaten a Henhamen. Se puede apreciar en la sección paralela al eje del prisma la doble pirámide  $x$  y las grietas características de este mineral. El cristal tiene cerca de 3 mm. de longitud.  
Datos ópticos: Luz natural. Objetivo «Planar». —37 aumentos.



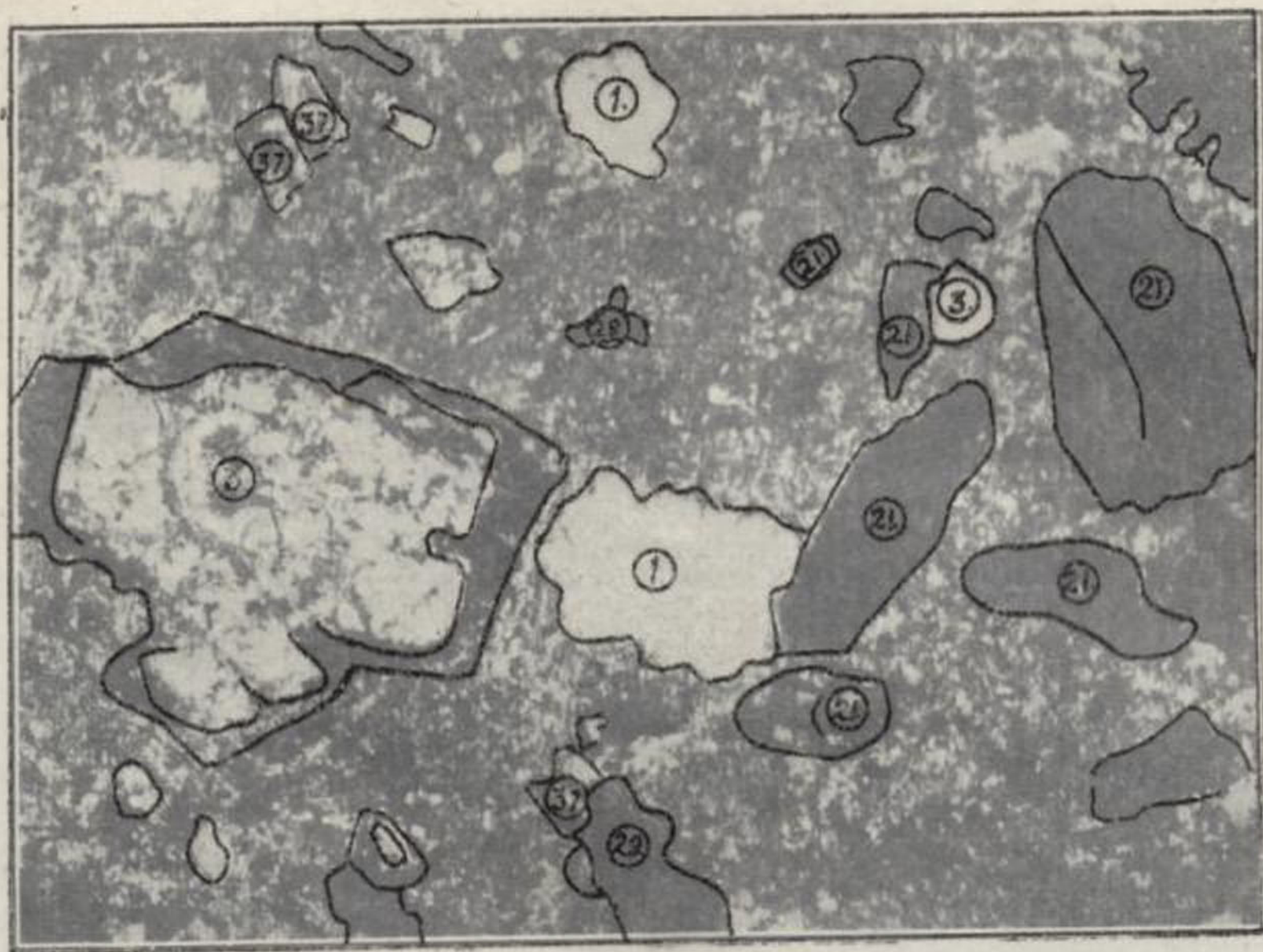


Fig. 41. — Porfirita diorítica con cuarzo. (Barranco Bocoia.)

En pasta microcristalina se ven muy abundantes fenocristales de feldespatos muy kaolinizados (3), hornablenda (21), algo de cuarzo (1), clorita (37) y magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar». —48 aumentos.

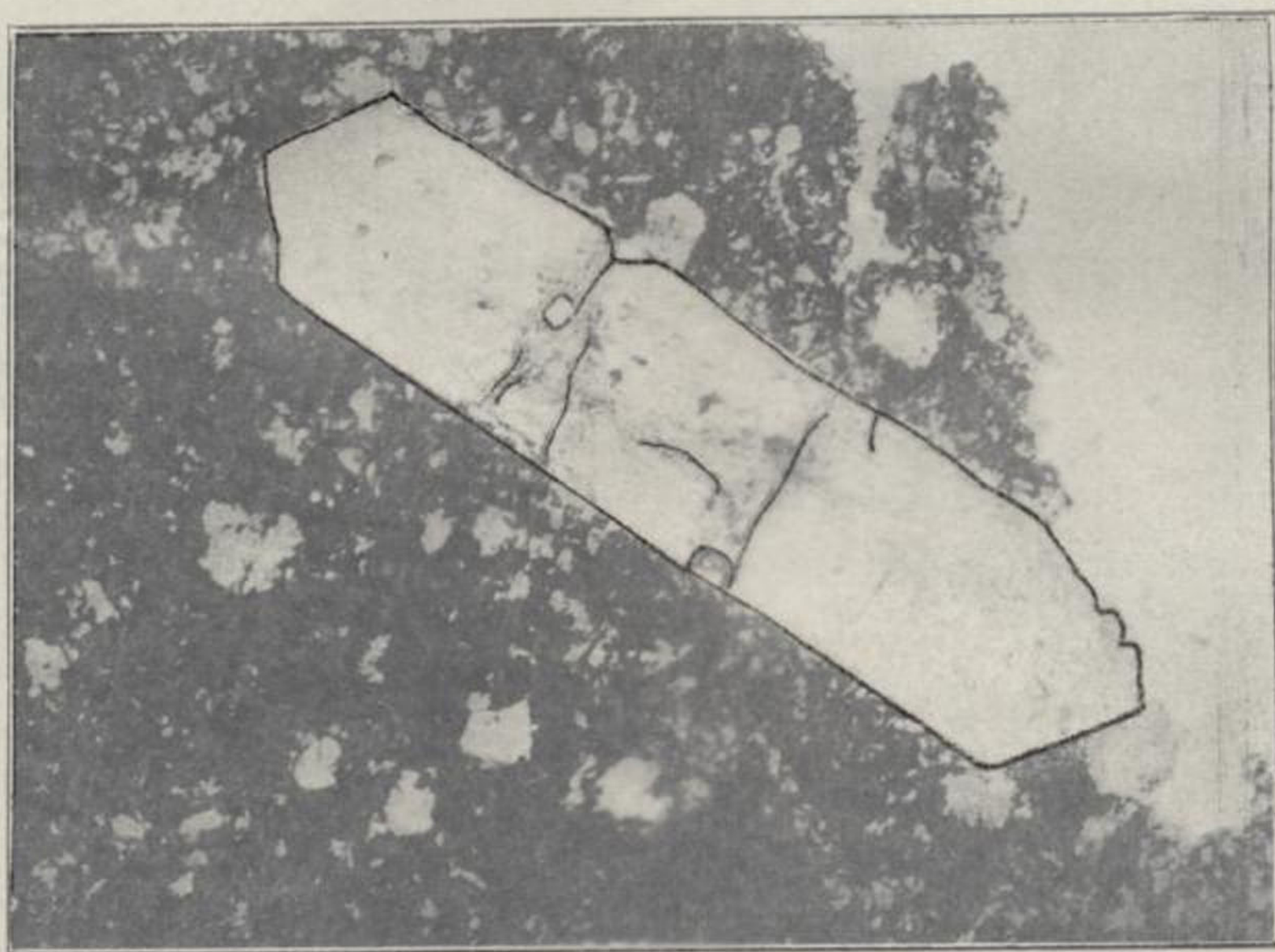


Fig. 42.—Cristal de apatita. Roca del camino de Bu-Atlaten a Henhamen.

Se puede apreciar en la sección paralela al eje del prisma la doble pirámide x y las grietas características de este mineral. El cristal tiene cerca de 3 mm. de longitud.

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar». —37 aumentos.



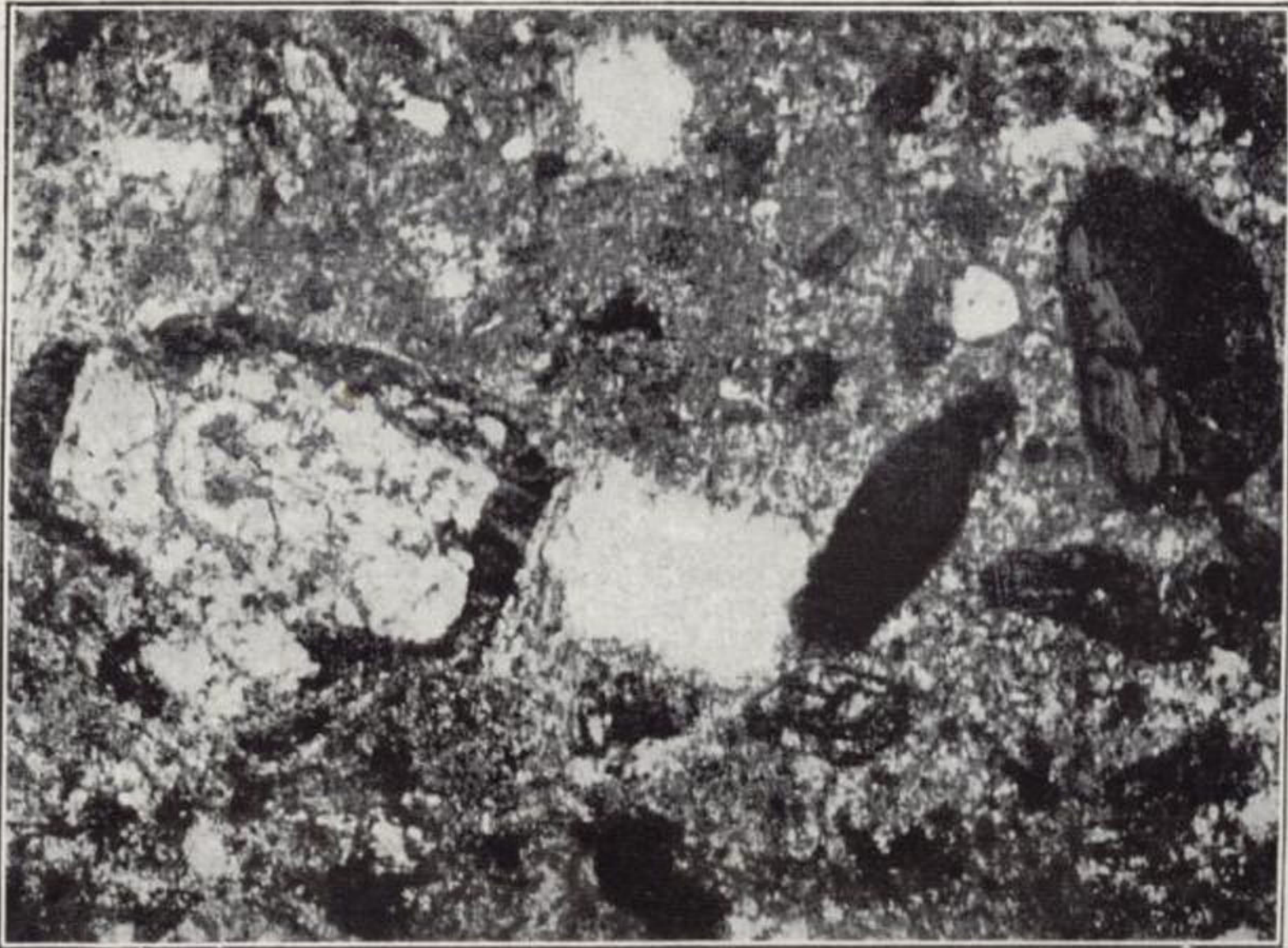


Fig. 41. — Porfirita diorítica con cuarzo. (Barranco Bocoia.)

En pasta microcristalina se ven muy abundantes fenocristales de feldespatos muy kaolinizados (3), hornablenda (21), algo de cuarzo (1), clorita (37) y magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—48 aumentos.

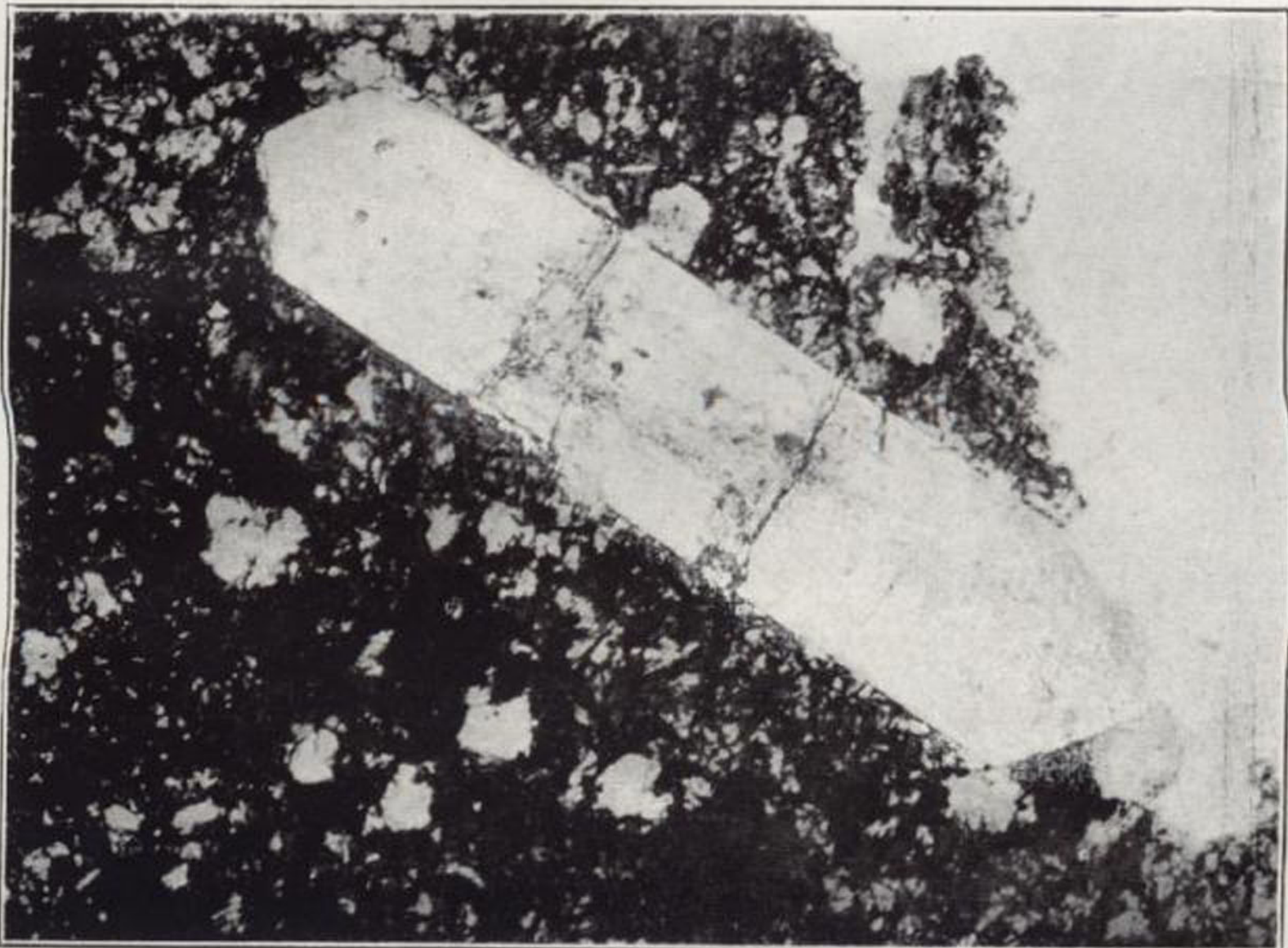


Fig. 42.—Cristal de apatita. Roca del camino de Bu-Atlaten a Henhamen.

Se puede apreciar en la sección paralela al eje del prisma la doble pirámide x y las grietas características de este mineral. El cristal tiene cerca de 3 mm. de longitud.

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—37 aumentos.



compuesto hasta tal punto, que nos ha sido imposible encontrar un trozo de roca sano. Tiene un color blanco amarillento con trozos rosados, pero en algunos sitios, por descomposición de los elementos ferromagnésicos, toma un color rojizo. A pesar del estado de alteración en que se encuentra esta roca, es bastante dura y resistente. Se ven a simple vista algunos de sus cristales, muchos en láminas exagonales.

Tiene la roca textura porfiroide, con pasta pardo terrosa opaca, en partes con tonos verdosos, constituida por arcilla y productos ferruginosos. Se observan también cristalitas de feldespato, muchos de ellos transformados en kaolín.

Se destacan sobre la pasta cristales de feldespato con una kaolinización tan avanzada que los hace indeterminables; sin embargo, por los caracteres se adivina que debieron ser de sanidino y plagioclasas. Uno de los caracteres que aun se conservan, aunque borrosamente, es que los cristales presentan la macla de Calsbad muy frecuentemente.

Se presenta mucha clorita, en general muy clara y perteneciente a la variedad peninna, forma cristales pseudomórficos que debieron ser primitivamente prismas apuntados de augita, pues aun se conservan las resquebrajaduras características de este mineral. También se ve magnetita, hematites roja, hidróxidos de hierro y arcilla. También debió existir anfíbol, transformado en los mismos elementos que el piroxeno. La biotita, aunque se encuentra en pequeña cantidad, es la única, entre los elementos ferromagnésicos, que conserva sus propiedades. Se presenta en secciones basales y verticales, con un policroísmo muy marcado y con un borde ferruginoso, observándose en ella penetraciones de feldespato transformado en kaolín. Se observan cristales muy sanos de apatita, con las características estrías transversales, llenas de óxidos de hierro. En un cristal se aprecia un crucero prismático y en la mayoría de ellos no se ve señal alguna de crucero. La apatita se presenta muchas veces como inclusión de la biotita y otras veces aislada. Presenta esta roca la novedad de encontrarse circón en cristales muy pequeños de color rojo

muy obscuro. Es, pues, una andesita, con augita, anfíbol y mica.

En Buharagua, situada en las estribaciones orientales del macizo del Uixan y Afra, se presenta una roca eruptiva sumamente sana. Es roca de textura porfiroide con una pasta en gran parte microcristalina, aunque con partes amorfas, algunas muy ferruginosas. En alguna preparación se aprecia una tendencia a la textura fluidal. Los microcristales y granos del magma son principalmente feldespáticos, aunque aparecen algunos de augita y algún otro elemento ferromagnésico. Los fenocristales, en general muy sanos (fot. 43), son esencialmente de feldespato, augita y hornablenda.

El feldespato presenta preciosos cristales y son en su mayoría de andesina o labrador. Se ven muy claras las maclas de Calsbad, la albíta y la periclina, estas últimas en fajas polisintéticas estrechas. Presenta la extinción zonar clarísima. En algunas secciones basales se extinguen los polígonos concéntricos con la forma exterior del cristal de un modo perfecto. Por alteración, los feldespatos se transforman en kaolín, muy frecuentemente en zonas concéntricas. Como fenómeno curioso, hemos visto, dentro de formas cristalinas feldespáticas, trozos de kaolín y piroxeno. Indudablemente aportaciones de magnetita y hierro transformaron los feldespatos en elementos ferromagnéticos. Presentan los feldespatos inclusiones de anfíbol e hidróxidos de hierro, unas veces en vetillas y otras en granitos.

Los cristales de augita en la roca sana son también perfectos. Se presenta casi incolora con maclas múltiples, según el ortopinoicoide  $h'$  y con inclusiones y vetillas de hidróxidos de hierro. Cuando la roca está algo descompuesta, cristales que debieron ser de augita, puesto que conservan sus formas cristalinas y sus peculiares resquebrajaduras, se los ve llenos de kaolín, de magnetita y de sustancias isotrópicas. También se ven muchos huecos dentro del cristal, por haberse desprendido la masa. Todo parece indicar la relación íntima de feldespatos y piroxenos.

También existe abundante anfíbol, que por sus caracteres ópticos debe ser hornablenda común. Es muy policroica, de color



Fig. 43. — Obsidiana andesítica (Hianen).

En una pasta microcristalina y vítrea, se destacan unos preciosos esferolíticos feldespáticos (3').

Datos ópticos: Luz natural. Objetivo «Planar».—59 aumentos.

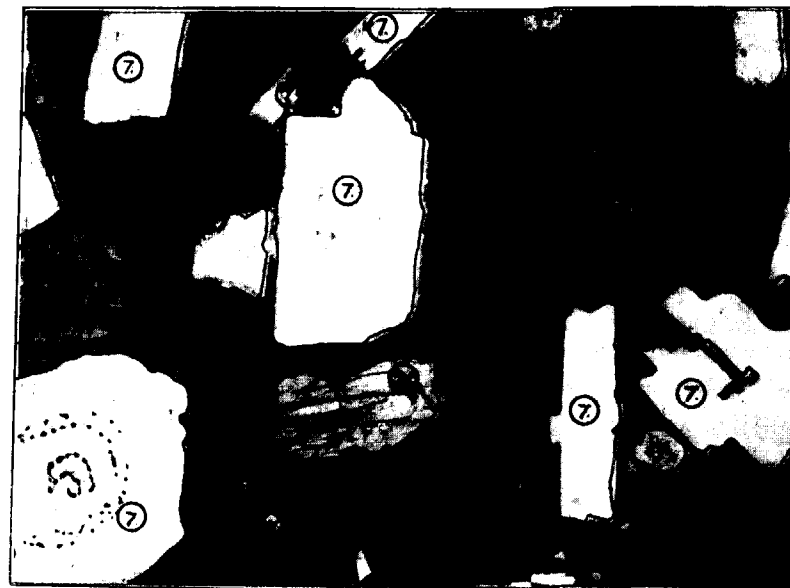


Fig. 44. — Andesita con augita y hornablenda de Buharagua.

La pasta de la roca representada en la fotografía, presenta textura hyalopilitica y engloba cristales de andesina-labrador (7), hornablenda (21), augita (20) y magnetita (29).

Datos ópticos: Luz natural. Objetivo «Planar».—48 aumentos





Fig. 43. — Obsidiana andesítica (Hianen).

En una pasta microcristalina y vítrea, se destacan unos preciosos esferolíticos feldespáticos (3').

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—59 aumentos.

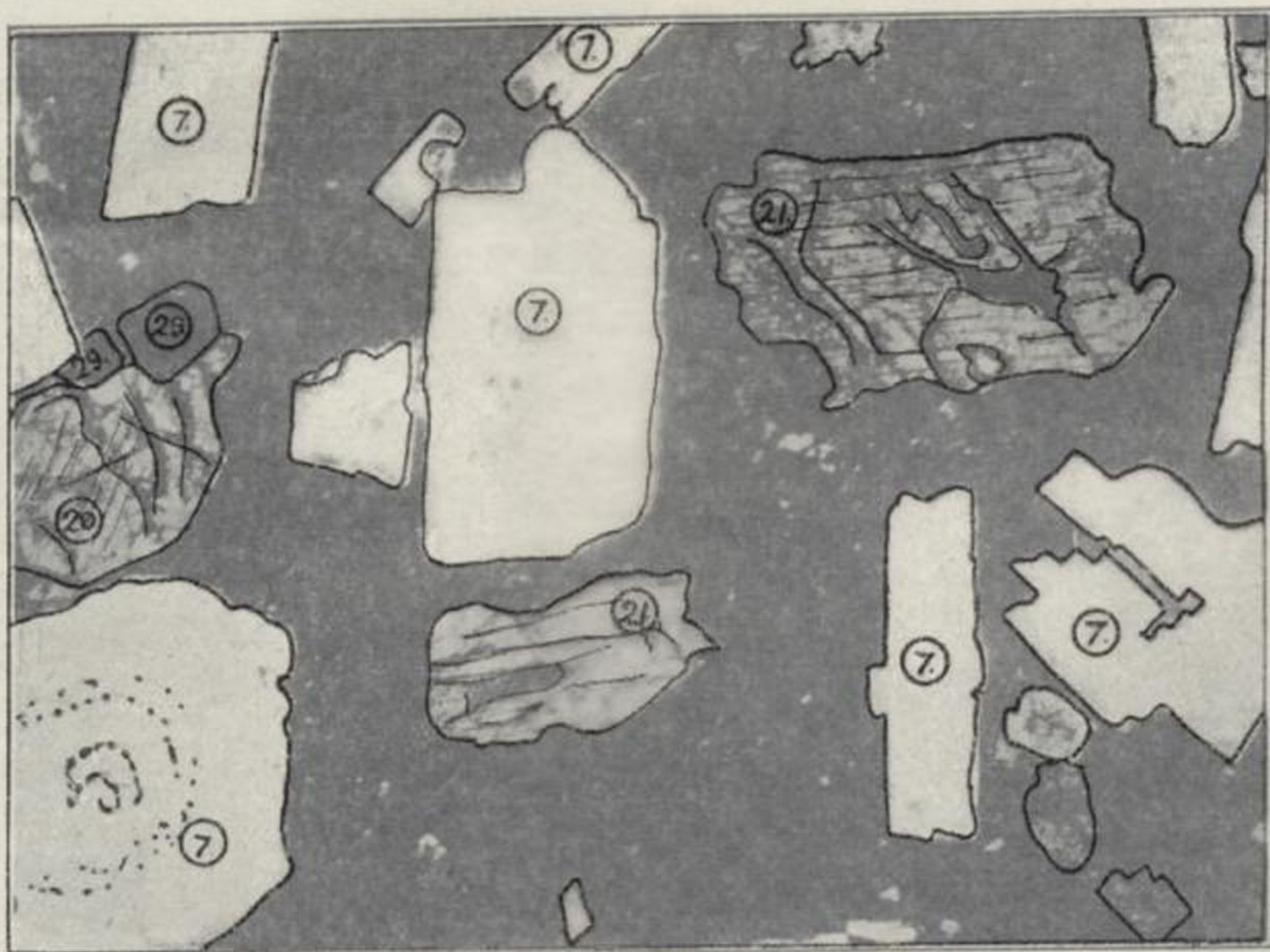


Fig. 44. — Andesita con augita y hornablenda de Buharagua.

La pasta de la roca representada en la fotografía, presenta textura hyalopilitica y engloba cristales de andesina-labrador (7), hornablenda (21), augita (20) y magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—48 aumentos.



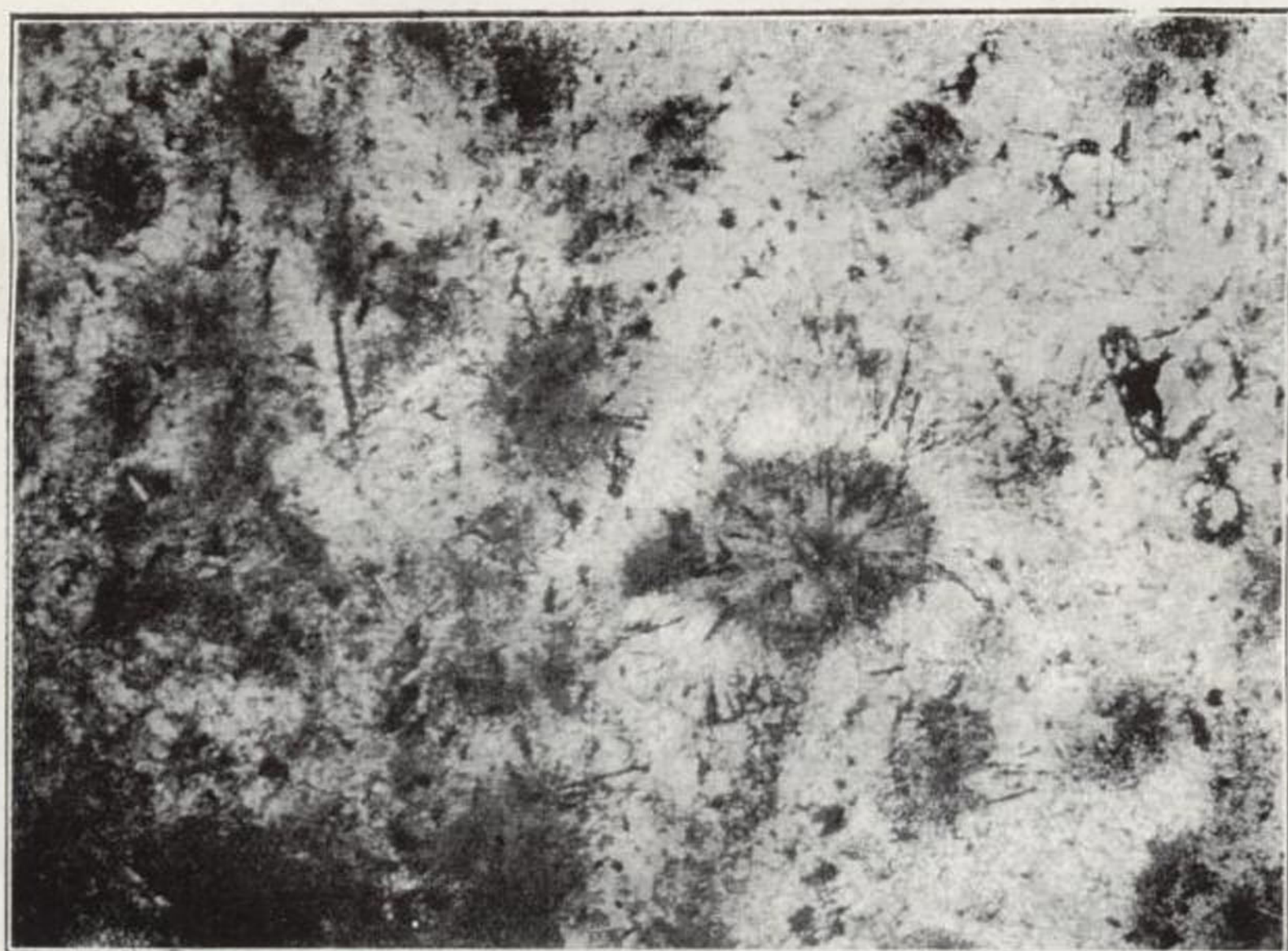


Fig. 43. — Obsidiana andesítica (Hianen).

En una pasta microcristalina y vítrea, se destacan unos preciosos esferolíticos feldespáticos (3').

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—59 aumentos.

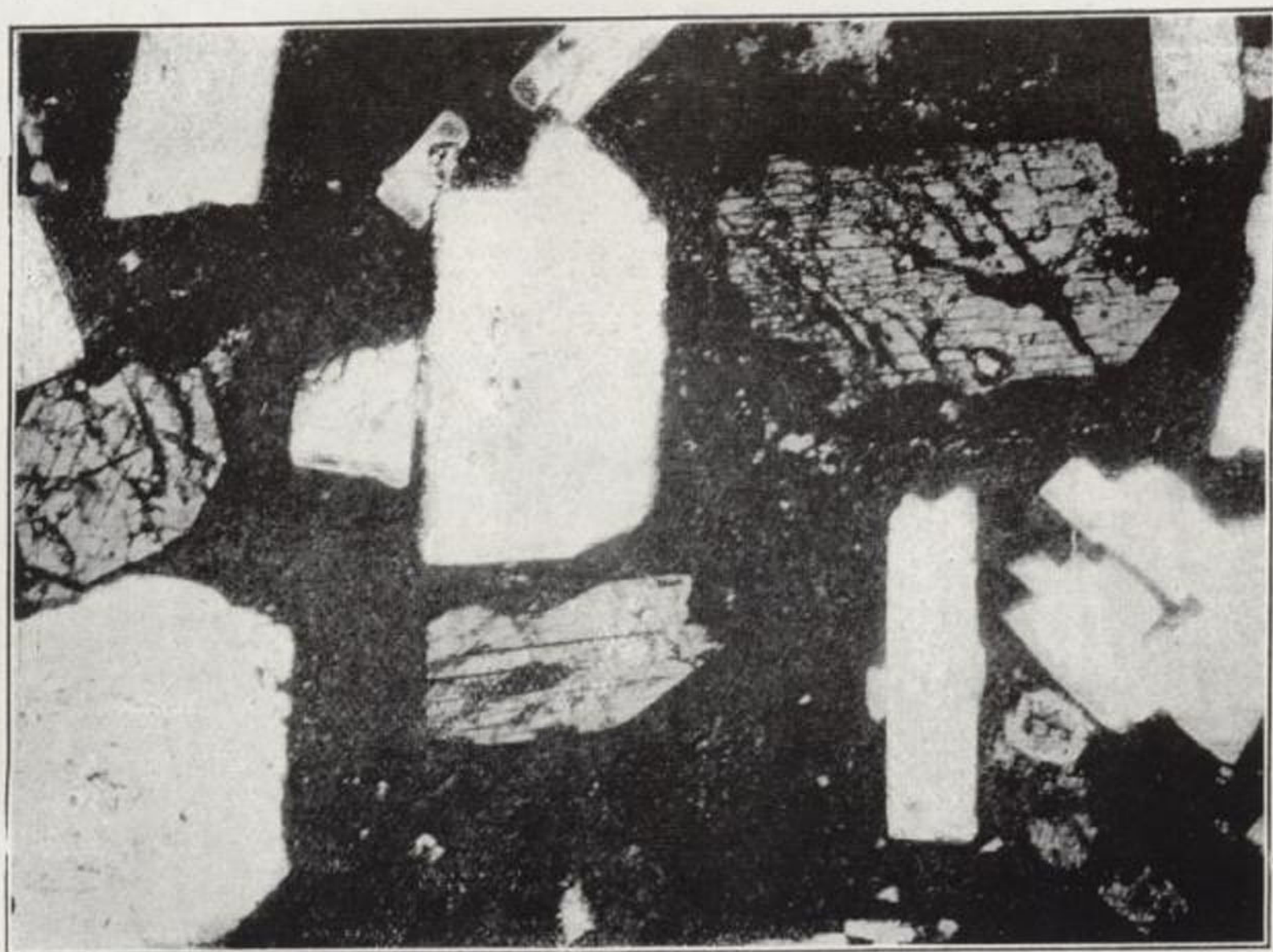


Fig. 44. — Andesita con augita y hornablenda de Buharagua.

La pasta de la roca representada en la fotografía, presenta textura hyalopilitica y engloba cristales de andesina-labrador (7), hornablenda (21), augita (20) y magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—48 aumentos.



verde amarillento. Son muy frecuentes las secciones alargadas con el ángulo del apuntamiento triple  $pb \frac{1}{2}$ , muy agudo. En su borde está algo corroído por el magma. Las secciones basales exagonales son muy características, con sus cruceros dobles. Aparece a veces la macla sencilla según  $h'$ . Por descomposición se les ve transformarse en los bordes en magnetita, formando como una aureola. Atraviesan a los cristales de hornablenda algunas vetillas de hidróxidos de hierro. También se observa clorita como producto de metamorfismo. Hay además, como en todas las rocas de esta zona, apatita con los caracteres de siempre y magnetita de primera consolidación y secundaria, hidróxidos de hierro y tal vez goethita. Esta roca es una andesita anfibólica con augita.

Los diques dioríticos, que hemos descrito en las proximidades de Azmir e Ihadumen, tiene su prolongación en el Uixan, pasan por el barranco de Bocoia, siguen al Afra, atravesando las minas de la Sociedad La Alicantina, siempre en íntima relación con los criaderos de hierro.

El dique eruptivo que pasa por el plano inclinado que tiene instalado para el transporte de sus minerales la referida Sociedad La Alicantina está constituido por una roca de textura porfiroide, con pasta feldespática en granos y cristales microscópicos no alargados y con abundancia de fenocristales, muy alterados.

Los feldespatos muy abundantes se hallan muy kaolinizados y se ve algo de muscovita, sin duda debido a la descomposición de ortosa. El mineral ferromagnésico que se conserva bien es la biotita, que presenta un policroísmo en colores más rojizos que los que hemos visto, en general, en las rocas de Marruecos. Cuando se descompone pierde policroísmo y acaba por transformarse en productos ferruginosos y kaolín. Hay clorita de color claro y verdoso fuerte con tendencia a fibrosa; parte de ella puede ser debida al metamorfismo del anfíbol. Cuarzo, más bien abundante, se presenta en cristales primarios y como producto secundario, a veces en vetillas. La apatita es frecuente y en general se presenta en inclusiones dentro de la biotita.

Esta roca, cuyo metamorfismo es grande, es difícil de clasificar; pero por su textura y componentes, debe pertenecer al grupo diorítico porfídico, tránsito a una porfirita diorítica cuarzosa.

En el propio filón de La Alicantina hemos podido recoger una roca descompuesta de color pardo amarillento, en donde se ven a simple vista láminas exagonales de elementos coloreados. Es de textura porfiroide, con pasta muy alterada, pero que conserva aún su carácter granudo y en donde se presentan gran número de fenocristales, que a veces le dan a la roca un aspecto granitoide.

Los feldespatos están por completo kaolinizados, observándose además, entre la masa de kaolín, trozos de calcita y de muscovita. Se ven formas cristalinas exagonales y rectangulares, que debieron ser de anfíbol, hoy reemplazados por una clorita incolora que parece ser la variedad pennina. Hay además cuarzo secundario, que creo sea procedente de la descomposición de la clorita. La biotita se presenta, generalmente, más sana que los elementos anteriores y se transforma en productos ferruginosos. Contiene además bastante apatita, en secciones exagonales y prismáticas. Hemos visto preparaciones conteniendo mucha magnetita, mucho oligisto y muchos hidróxidos de hierro. Éstos formando filoncillos, atravesando a veces toda la preparación, lo que indica cierta intervención hidrotermal, por lo menos, asignando al agua el papel de vehículo de los elementos ferruginosos, que se han producido en la epigenesis de los elementos ferromagnéticos. Esta roca constituye un dique de porfirita diorítica en íntima relación con el criadero.

Entre las minas de la Sociedad La Alicantina y Afra aparece una roca verdosa con pintas negras y salpicada de piritas de hierro con manchas cloritosas y muy metamorfoseada. Está compuesta principalmente por cristales pseudomórficos y masas de clorita de diversas variedades. Se observa la pennina con su color verde claro, su débil birrefringencia y su polarización en palmas. Abunda el clinocloro con su birrefringencia algo más alta en azul fuerte amarotado y algo más policróico. Se presentan también las lepto-

cloritas con sus fibras verdosas y amarillas y puede ser que exista la variedad más ferruginosa proclorita. Todas ellas han dado por descomposición productos ferruginosos y pequeños granos de cuarzo.

Existen además en esta roca feldespatos casi por completo transformados en kaolín, aunque conserven éste, algunos caracteres de aquél, como, por ejemplo, el poder apreciar, a pesar de la alteración, la macla de Calsbad. Hay apatita, y se ven también algunos granos feldespáticos más sanos que los cristales grandes. Es imposible clasificar esta roca, aunque por la abundancia de los fenocristales y su posición se deba referir al grupo diorítico.

En la trinchera del ferrocarril francés se encuentra una roca pesada de color verdoso y con manchas ferruginosas. Su textura es granitoide y está algo metamorfoseada, sobre todo algunos de sus elementos. Hay bastantes cristales de feldespato, andesina o labrador y ortosa, mucho más abundante el primero. Presentan ambos la macla de Calsbad, y el plagioclasa, la de la albita. Como siempre, se presenta la extinción zonar. Algunos cristales están sanos y otros kaolinizados, el ortosa presenta muscovita. Debió existir anfíbol, por haber subsistido sus formas cristalinas, a pesar de su descomposición. Se ha transformado en clorita, de las variedades pennina y otra más ferruginosa, kaolín, calcita, hierro oligisto y magnetita; tiene inclusiones de biotita. Esta mica es muy abundante en cristales alargados y se transforma algunas veces en productos ferruginosos, pero siempre se presenta más sana que el anfíbol. Existe además apatita en cristales exagonales y prismáticos y creemos que esfena en trozos pequeños y sin presentar la macla en techo característica. Hay cuarzo alotromorfo, con pocas inclusiones. Es, pues, una diorita con biotita.

En Urufunez se presenta una porfirita diorítica con los caracteres de siempre. La hornablenda aparece un poco más sana que en la roca anterior, con el apuntamiento según  $pb \frac{1}{2}$ . Puede ser que exista algo de piroxeno muy metamorfoseado. La biotita presenta depósitos de hematites roja, alineados según el cruceo  $p$ . La apatita está en relación con la biotita.



En la parte Sudeste del Afra se presenta una roca eruptiva de un tipo especial. En el camino de Yosuna a Sidi Amar (fot. en colores núm. 4) hemos recogido algún ejemplar que, examinado al microscopio, nos ha mostrado proceder de una roca de textura porfiroide, pero con la particularidad de que, aparte de los cristales microscópicos que constituyen el magma microcristalino y de los fenocristales grandes, hay otros cristales de un tamaño intermedio, que abundan mucho en las preparaciones examinadas. La roca está exclusivamente constituida por feldespato y piroxeno, casi por partes iguales, y ambos se presentan en los tres tamaños de cristales.

El feldespato es andesina básica, maclada según Calsbad y según la albíta, con extinción zonar poligonal perfecta y con inclusiones de augita.

El piroxeno abunda extraordinariamente en esta roca. Es augita casi incolora, pues sólo presenta un ligero tinte verdoso, escasamente policróico. Entre las formas cristalinas que presenta hemos podido apreciar bien algunas secciones prismáticas cortas, con el bisel debido a las caras  $b \frac{1}{2}$ ; otras octogonales, constituidas por secciones basales de prismas en que las caras  $m$  se combinan con  $h'$  y  $g'$ , y muchas exagonales irregulares y de formas más complejas. A sus cristales acompañan siempre las resquebrajaduras características. Los cruceros interrumpidos y cruzándose en ángulo recto. No he visto en ninguna sección los tres que a veces este mineral presenta. Es frecuente la macla  $h'$ , sencilla o múltiple, y en este último caso presentando fajas con colores de polarización muy distintos. En una sección hemos visto la macla sencilla con gotera debida a la cara  $b \frac{1}{2}$ . Se ven agrupaciones formando mosaico de este mineral y agrupaciones de cristales grandes de augita orientados ópticamente de un modo muy diferente. Dentro de los cristales de augita se ven elementos ferruginosos, predominando la hematites roja, y con preferencia llenando el hueco de las resquebrajaduras.

Como minerales accesorios hay magnetita de primera consolidación, un poco de apatita, y nos ha parecido ver un cristal de

enstatita. La roca, por su composición y textura, constituye una andesita piroxénica.

Las rocas de Buguen-Zein también las hemos observado al microscopio y son de composición muy parecida a la anterior; únicamente no se hace tan patente la división de los cristales en tres tamaños, y además la pasta presenta partes vítreas abundantes; parece indicar esta roca que la cristalización en el último período se debió hacer más de prisa que en la anterior.

Por último, en Aumal, entre el Gurugú y Afra, hace su aparición una roca de textura sumamente singular. Está constituida exclusivamente (fot. en colores núm. 5) por biotita predominante, feldespato y magnetita con textura ofítica, representando aquí la biotita el elemento entrecruzado característico de esa clase de textura. La biotita se presenta en cristales pequeños alargados, aunque no mucho, con policróismo en rojo e interpenetrado con el feldespato. El feldespato es andesina maclado y con extinción zonar. La magnetita tiene formas cristalinas cuadradas y exagonales muy claras. No se ha visto en la preparación ningún otro mineral. Se la puede clasificar de lampróiro micáceo, de textura sumamente singular, que corresponde a las denominadas kersantitas o a las que llamó Rosenbuch captonitas. Tiene parecido con una roca de Yorkshire, cerca de Sedferg, pero esta roca contiene otros elementos accesorios que no contiene la africana.

La roca de Sidi Mocil Bahar, descrita por Gentil en su libro *la Cuenca de Tafna*, tiene también mucha biotita, pero su textura claramente porfiroide la diferencia de la roca recogida por nosotros.

El monte Tauima, que se presenta aislado en la planicie de Nador y Zeluán, junto al ferrocarril y a la carretera que une estos dos poblados, está constituido por una roca dura consistente, muy obscura, que examinada al microscopio se ve que tiene textura hyalopílica o felsítica, y que la pasta envuelve cristales de plagioclasa de las variedades andesina y labrador, augita, biotita y magnetita, constituyendo, por tanto, una andesita del tipo general.

Muy al Oeste del macizo del Uixan, entre los depósitos triási-

cos enclavados en Bucherif, se presenta una roca muy diferente de todas las anteriores. Tiene un color verdoso, y su textura, observada al microscopio, es ofítica. Está constituida por cristales de feldespato plagioclasa, muy alargados, según la arista  $pg'$ , de variedad comprendida entre oligoclasa y andesina, a veces kaolinizados, y siempre con inclusiones abundantes de los elementos ferromagnésicos. Presentan las maclas de Calsbad y de la albita, y extinción rodadora. Hay también hornablenda abundante en preciosos cristales, muy policroicos, variando el color desde el verde azulado al pardo. Presenta muy claros los cruceros. La forma cristalina es el prisma característico, bastante alargado, y con el apuntamiento característico. Existe también un piroxeno, probablemente augita, bastante ouratizado. Hay también magnetita abundante y algo de ilmenita. Es, pues, una ofita.

**Fenómenos de metamorfismo y edad de las rocas hipogénicas de los montes de Beni-bu-Ifrur.**—Las dioritas son rocas que presentan sus cristales claramente definidos e indica esta particularidad que la solidificación se ha efectuado de un modo lento, y parece, por tanto, que debió verificarse en el interior de la corteza terrestre y no en la superficie de la misma, constituyendo un lacolito que después se ha puesto al descubierto a consecuencia de movimientos tectónicos. El hecho de que no se extiendan las dioritas sobre los terrenos contiguos, a manera de como lo hacen las erupciones lávicas que emergen a la superficie terrestre, parece confirmar esta idea. Como ya hemos dicho, este lacolito produjo varios diques eruptivos que, por llegar a la superficie y solidificarse a temperatura menor, presentan la textura porfiroide. El orden de consolidación de los elementos de la roca fué el indicado por Rosenbuch, porque cristales de feldespato con formas propias tienen inclusiones de elementos ferruginosos, mientras que el cuarzo, como ocurre en los granitos, por cristalizar el último, ocupó el espacio que los demás le dejaron.

Los diques dioríticos atraviesan las pizarras silurianas y las jurásicas, produciendo en ellas un metamorfismo enérgico. Nosotros hemos visto algunas de estas pizarras al microscopio. Están cons-

tituidas por agrupaciones, formando mosaico, de arcilla, kaolín, clorita y cuarzo secundario, y son atravesadas algunas, las secundarias, por filoncillos de calcita, tan abundantes, que hacen que la roca dé eferescencia por los ácidos. Por el metamorfismo se cargan las pizarras en algunos sitios de cristales de augita y granos irregulares de este mineral, algunas veces formando filoncillos con tal abundancia, que a la roca se la puede definir de pizarra piroxénica. Otras veces se llenan de piratas de hierro y aun de cobre en vetas y pintas, tomando un color verdoso. Cerca de Henhamen hemos podido observar una pizarra cloritosa muy descompuesta en productos ferruginosos y cuarzo, pero con la particularidad de presentar cristales muy sanos de sanidino y biotita. Puede ser que la aparición de estos cristales sea debido, más bien que a las dioritas, a las andesitas, que allí se encuentran próximas, por analogía con lo que ocurre en otros lados. El metamorfismo claro de las pizarras, por la acción de las dioritas, indica que éstas hicieron su aparición después de la época siluriana y del jurásico.

Las calizas del Uixan se presentan muy metamorfoseadas, habiéndose convertido en algunos sitios en dolomía, a veces muy ferruginosa. En otros ha sufrido una recristalización y aparece con textura muy cristalina, a veces marmórea. Este metamorfismo es difícil de determinar si es debido a la roca hipogénica o si es debido a las acciones hidrotermales que originaron la formación de los yacimientos de mineral de hierro, tan en íntima relación con calizas y asomos hipogénicos.

En Afra, en una labor entre las minas *La Alicantina* y las de la Sociedad Francesa, hemos visto una pizarra atravesada por filoncillos de clorita y de calcita. En una roca, cerca de las pizarras de Izhafen, hemos visto una pizarra cuarzosa con mucha clorita y productos ferruginosos.

Es interesante el metamorfismo que en algunos sitios de Afra experimenta la caliza. En una roca de color azul oscuro con vetas blancas, que está en contacto con el mineral de hierro explotable de la mina *La Alicantina*, se observa que está constituida principalmente por calcita, pero sumamente impregnada de clo-



rita, de tal manera, que parece como si existiera una substitución. La clorita varía desde un color verde claro hasta un pardo fuerte, según esté más o menos coloreada de elementos ferruginosos, y parece siempre pertenecer al grupo de las ortocloritas. Por su descomposición aparece magnetita y cuarzo secundario. Hay además filoncillos de espato calizo de formación posterior a la masa general de calcita.

En Nador, ya hemos dicho en otro sitio que las calizas fueron fuertemente metamorfoseadas por las traquitas.

Resulta, por tanto, que todas las erupciones han metamorfoseado los terrenos antiguos que constituyen el macizo del Uixan y Afra y que se prolongan hacia el mar hasta Nador. Es decir, que todas son de edad posterior a aquellos terrenos.

No hemos visto depositados sobre las dioritas materiales correspondientes a ningún terreno geológico superior al siluriano y jurásico, ni hemos podido recoger en el terreno algún otro dato que nos orientara sobre la edad de las dioritas. En general las dioritas son de edad antigua, pero se han citado rocas de esta clase de edad terciaria.

Monsieur Gentil, en sus estudios de la cuenca de Tafna (Argelia) describe unas dioritas a las que atribuye edad secundaria, jurásica o cretácea. Nosotros encontramos, en primer lugar, muy diferente la constitución de estas rocas de las nuestras del Uixan; no se presenta en aquéllas biotita, ni nosotros hemos encontrado con abundancia el difiro que con tanta constancia allí aparece. No siendo la misma roca no hay base para asignarlas la misma edad, aunque se encuentren en regiones próximas. Según Mr. Gentil, estas rocas tienen el mismo origen que las ofitas y otras rocas que se presentan en los asomos triásicos. Es decir, un caso muy distinto al nuestro. Pero en Argelia se citan dioritas terciarias en Cudia el Kaylaa y en Oued Azougar (1), con composición muy parecida a las del Uixan.

(1) *Explication de la carte géologique de l'Algérie*, páginas 38 y 42 del «Estudio de las rocas eruptivas» de M. U. J. Curie y G. Flamand.

Las dioritas de la Serranía de Ronda son de edad muy antigua, puesto que Orueta, en su libro sobre aquella sierra, considera que precedieron a la erupción peridótica y ésta debió ser caledoniana o herciniana, y, por tanto, no sirven para fijar la edad de las del Uixan, porque tienen composición y textura muy diferentes, y ya hemos señalado las razones que tenemos para asignarlas una edad posterior al jurásico.

Diferentes también de las del Uixan son las dioritas estudiadas por Gonzalo Tarín en la provincia de Huelva; por este mismo señor en Alcora, en Sierra de Gador; por Mac Pherson en Puerto-Blanco y en Cantillana, de la provincia de Sevilla, y por Monreal en la provincia de Almería, en la zona de Vera y Cuevas, que forman a manera de un arco distante unos 40 ó 50 kilómetros de las traquitas.

Sin embargo, el Sr. Nogués (1), en su estudio sobre el oro de la Sierra de Peñaflor, atribuye a las dioritas, en relación con los criaderos de oro de esta localidad edad, miocena y pliocena (2).

Fuera de España, en Hungría, existen unas dioritas cuarzosas, a las que se las atribuye edad terciaria y se las considera como los equivalentes plutónicos de algunas lavas andesíticas.

Nosotros ya hemos deducido por el metamorfismo producido en las pizarras secundarias, que la edad de las dioritas debe ser posterior al terreno jurásico a que aquéllas corresponden.

La consideración de que todas las rocas hipogénicas están en íntima relación con los grandes movimientos tectónicos, nos induce a pensar que será preciso buscar a las dioritas una edad posterior al jurásico, en donde los movimientos en la parte Norte de África hayan sido grandes y capaces de producir lacolitos de la importancia del situado en el Uixan y Afra, y creemos, por tanto, que durante las grandes conmociones alpinas debió ser cuando

(1) *Compt. rend. des Seances de l'Acad. des Sciences.*—Sesiones del 24 de marzo de 1884 y 6 de julio de 1885.

(2) El Sr. Calderón en un trabajo posterior al del Sr. Nogués, titulado *La Sierra de Peñaflor* (Sevilla). *An. de la S. E. de Historia Natural*, t. XV, pág. 131, considera más antiguas las dioritas y diabasas de Peñaflor.

se formaron las dioritas. Las afinidades de las andesitas con las porfiritas dioríticas y la edad de la dioritas de Hungría, algunas de Argelia y tal vez de Peñaflor, nos inclina también a considerar terciarias a las rocas del grupo diorítico de Beni-bu-Ifrur. Es posible que un estudio más detenido de las dioritas de Almería y de alguna otra región, nos lleven también a atribuir a éstas edad terciaria.

Las rocas andesíticas del macizo de Beni-bu-Ifrur tienen gran analogía con las rocas de este grupo examinadas en capítulos anteriores. Las andesitas con biotita y piroxeno de Bu-At-laten y Henhamen, la obsidiana de Hianen en el macizo del Uixan y la andesita con biotita y piroxeno de Bogarara en el Afra, son prolongación de las erupciones del Gurugú y del Tidinit, y así se deduce claramente de su posición topográfica.

Las andesitas con piroxeno y anfíbol de Buharagua y las andesitas piroxénicas del Sudeste del macizo de Beni-bu-Ifrur y que forman diversos montículos en Buguen-Zein, Tauima y en el camino de Yosuna a Sidi-Amar, están separadas por el macizo antiguo y secundario de Afra y el Uixan de las erupciones del Gurugú, pero presentan las rocas de unas y otras tantas semejanzas de textura, de composición, y se pueden observar en ellas tantas coincidencias en las propiedades de sus minerales, que hay que referirlas a la misma erupción del Gurugú, aunque salieran a la superficie por distintos conductos.

La roca de Aumal debe su formación a un accidente en la circulación del magma andesítico del Gurugú, el que ocasionó una concentración de biotita por una variación en las condiciones físicas en que esa roca efectuó la cristalización.

La ofita de Bucherif produjo el metamorfismo de las rocas triásicas que constituyen el asomo de este terreno donde aquélla aparece. Indica claramente que su salida a la superficie fué en época posterior a la de la formación de aquellos depósitos. Luego veremos, al examinar las ofitas de la costa atlántica, que debieron ser éstas anteriores al eoceno, y, por tanto, atribuyendo la misma edad a unas y otras, creemos que la ofita de Bucherif debe tener edad secundaria, sin poder determinarla más.

## TRES FORCAS

El espigón del cabo de Tres Forcas forma una sierra abrupta y árida con acantilados muy rápidos que dificulta mucho el tránsito. Está constituido por unas rocas de colores muy varios: las hay de color pardo rojizo, con motas blancas, debidas a los cristales de feldespato; otras de color negro, y algunas blancas. El feldespato predomina grandemente en aquellas rocas, y por descomposición la hace tomar un color gris claro, y cuando el metamorfismo está muy avanzado, la roca toma un franco color blanco y se transforma en un verdadero mineral de kaolín. En parajes presenta manchas rojizas, debidas a los hidróxidos de hierro, producido por la descomposición de los elementos ferromagnésicos, y en otros, el metamorfismo de estos elementos ha producido manchas verdes cloritosas.

Examinadas las rocas al microscopio, se observa mucha variación de unos sitios a otros, tanto en su textura como en los minerales que la constituyen. En lo más al Norte del espigón, la roca en sección delgada presenta una pasta esferolítica que engloba principalmente cristales de feldespato. Los esferolitos son de un color pardoamarillento bastante opaco, presentando a su alrededor una aureola de un color francamente amarillo. Son formados por cristales de feldespato descompuestos. La pasta está constituida en trozos por una masa homogénea de kaolín.

El feldespato es plagioclasa, que se presenta en cristales muy sanos. Por su ángulo de extinción tiene que ser andesina o labrador. Presenta extinción zonar. Algunas veces aparece atravesado por vetillas de kaolín. Presenta las maclas de Calsbad, la de la albita y la de la periclina, todas muy claras y las dos últimas en fajas anchas y estrechas, pero sin guardar orden en la alternancia. Presenta la roca augita, aunque en una proporción mucho menor que los feldespatos; se consolidó antes que estos últimos. Presenta en secciones basales los tres cruceros, paralelo a  $h'$  a  $g'$  y a las



caras *m*. También se ve algún cristal de sanidino, alguna aguja de apatita y cuarzo muy escaso.

Más al Sur la roca es a simple vista más vítrea. Examinada al microscopio, la pasta es en partes vítrea y en otras microcristalina, pudiéndose calificar la textura de esta roca de hyalopilitica. Los microlitos de feldespato, alargados según *pg'*. Los fenocristales son de labrador maclados, y generalmente muy sanos, aunque en algunos está algo avanzada la kaolinización. Presentan la extinción zonar. En algunos cristales hay penetraciones del magma. Esta roca contiene además unos cristales pequeños de biotita pardorrojiza, en general sanos, aunque en algunos sitios haya dado lugar por su descomposición a la formación de hidróxidos de hierro. Se ve algún cristal de sanidino maclado, según Calsbad, y magnetita.

Hay sitios donde la roca parece fajeada, como en la costa Poniente del cabo, cerca de su vértice, alternando bandas oscuras de aspecto muy vítreo con otras cuyo aspecto es de la roca cuyo tipo general hemos descrito. Hay lugares donde se forman núcleos arcillosos que envuelven a cristales de andesina (fot. 45) y están rodeados por una pasta con textura hyalopilitica.

Atravesando a la masa general del cabo asoma una roca a modo de dique con algo de sanidino. La pasta tiene textura esferolítica esencialmente feldespática. Los esferolitos envuelven algunas veces a cristales de feldespato, cuya extinción zonar parece seguir, cuando se da vuelta a la platina, el movimiento giratorio de la cruz negra. Los fenocristales son feldespatos, plagioclasa y un poco de sanidino. Como producto de la descomposición de este último, se observan moscas de muscovita. En esta roca aparece, aunque escasa, la biotita en cristales pequeños. Hay un poco de magnetita. Como producto de descomposición se encuentra la serpentina y la clorita.

En un dique de poco espesor aparece una roca de aspecto sumamente vítreo que presenta un color negro, brillante con motas blancas. Examinada al microscopio, se ve que está constituida por una pasta vítrea, que presenta a la luz natural un color amarillo,



Fig. 45. — Andesita de Tres Forcas.

Cristales de plagioclasa (7) rodeados de masas arcillosas (a) en una pasta feldespática (m).  
 Datos ópticos: Luz natural. Objetivo apocromático, 35 mm.—24 aumentos.



Fig. 46. — Obsidiana andesítica de Tres Forcas.

Una pasta vítrea fluidal envuelve cristales de plagioclasa (7).

Datos ópticos: Luz natural. Objetivo «Planar». —37 aumentos.

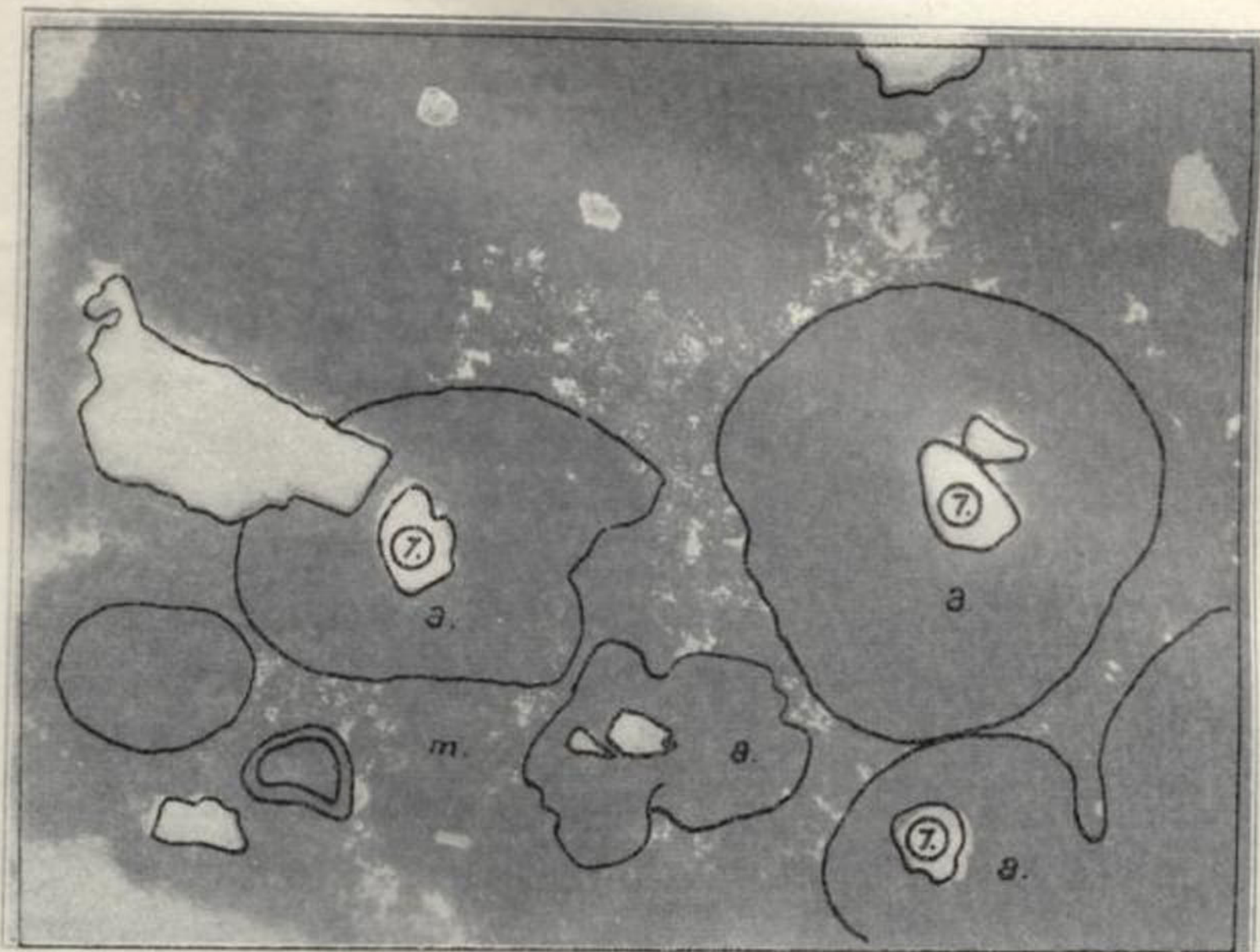


Fig. 45. — Andesita de Tres Forcas.

Cristales de plagioclasa (7) rodeados de masas arcillosas (a) en una pasta feldespática (m).  
 Datos ópticos: Luz natural. Objetivo apocromático, 35 mm.—24 aumentos.



Fig. 46. — Obsidiana andesítica de Tres Forcas.

Una pasta vítrea fluidal envuelve cristales de plagioclasa (7).

Datos ópticos: Luz natural. Objetivo «Planar».—37 aumentos.



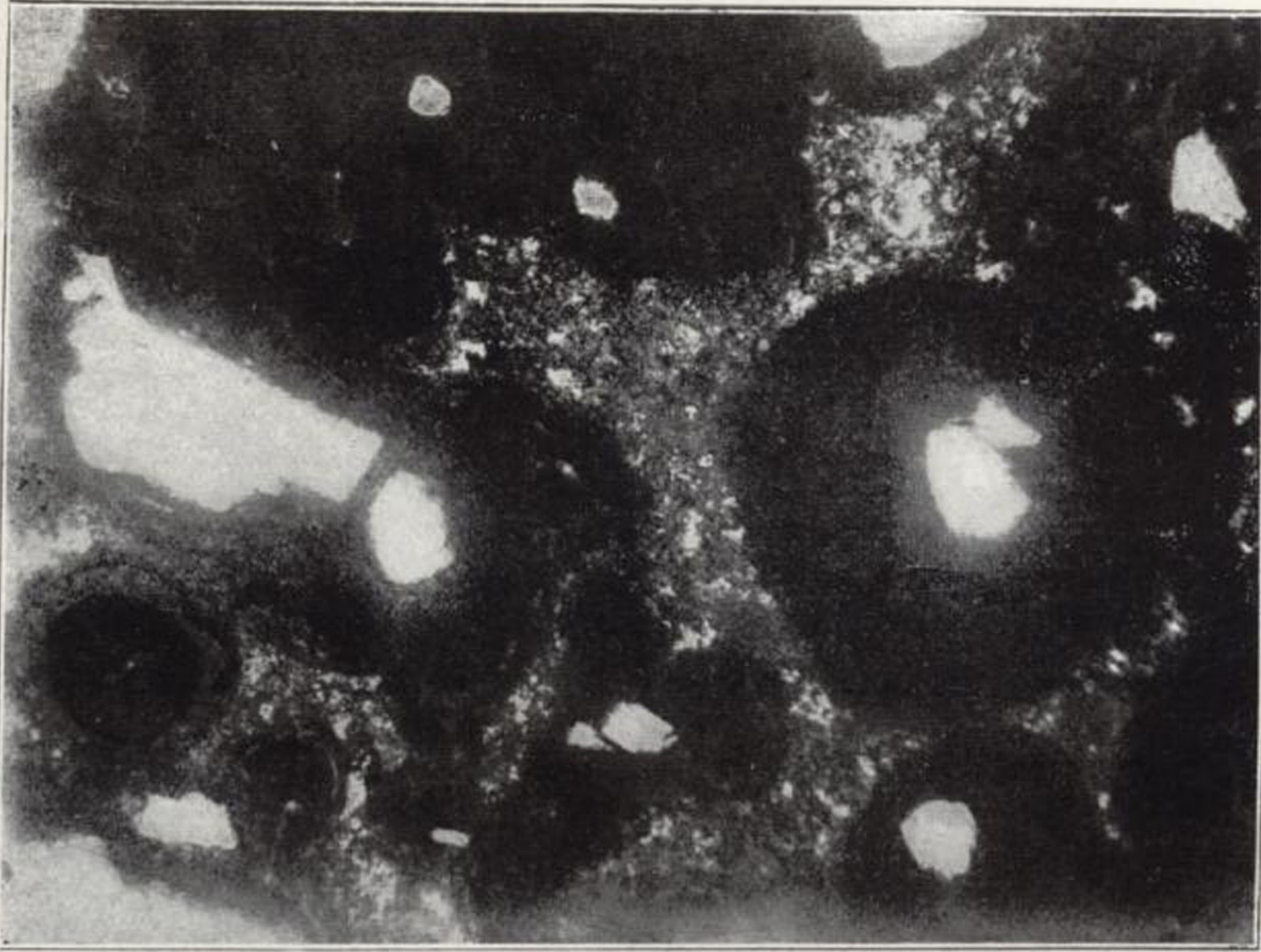


Fig. 45. — Andesita de Tres Forcas.

Cristales de plagioclasa (7) rodeados de masas arcillosas (a) en una pasta feldespática (m).  
*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo apocromático, 35 mm.—24 aumentos.



Fig. 46. — Obsidiana andesítica de Tres Forcas.

Una pasta vitrea fluidal envuelve cristales de plagioclasa (7).

*Datos ópticos:* Luz natural. Objetivo «Planar».—37 aumentos.



pardo claro y atravesado por filoncillos de magnetita y otros compuestos ferruginosos. Se destacan sobre la pasta los fenocristales y algunos microlitos de feldespato. Los fenocristales son de labrador con las maclas de Calsbad y la albita, de biotita en cristales pequeños, de augita alterada y atravesada por vetillas de magnetita cristales abundantes de esfena y magnetita de primera consolidación, en las que se observan muy bien las secciones cuadradas.

En el pueblo Dzar Mahfut, que está enclavado en un montículo, hay una roca de color pardo amarillento, con manchas verdosas, y sin las motas blancas características de las rocas de los alrededores de Melilla. Al microscopio presenta una pasta vítrea muy fluidal, que forma regueros alrededor de los fenocristales. Presenta magnetita en vetillas orientadas, según la dirección de la masa fluidal.

Los fenocristales son feldespatos difíciles de determinar por estar corroídos por el magma y atravesados por vetillas. Sin embargo, opinamos que debe haber plagioclasa y algo de sanidino. Aparece augita maclada, según  $h'$ , como elemento ferromagnésico. Tiene inclusiones de magnetita.

En la costa de Poniente, al Norte de Medlún, la roca adopta tonos grises, desde el blanco sucio al azulado, de textura vítrea. Se disgrega con facilidad. En sección delgada se observa una pasta vítrea muy fluidal (fot. 46) con muchas vetillas de magnetita y productos ferruginosos. Contiene biotita, a veces en cristales sanos y a veces transformados en hidróxidos de hierro y clorita. Los feldespatos están muy corroídos por el magma, atravesados por él con depósito de productos ferruginosos. Los feldespatos se presentan en cristales muy grandes, con la macla de Calsbad y con la extinción zonar. Hay augita, aunque muy escasa. Otra roca **arrancada en sitio muy próximo a la anterior, presenta ya diferencias notables en su textura, pues la pasta, aunque vítrea y fluidal, tiene una tendencia a ser perlítica y contiene esferolitos feldespáticos. Los minerales que presenta son los mismos, con la diferencia de que en esta última el piroxeno monoclinico de aquélla está substituído por el rómbico enstatita, siempre poco abundante.**



En Cala-Viñas, en contacto con los terrenos paleozoicos, la roca tiene un color pardo negruzco, con motas blancas, de aspecto vítreo, muy dura y resistente, y con algunas manchas cloritosas. En preparaciones delgadas presenta una pasta opaca poco vítrea, con muchas manifestaciones ferruginosas y algunas cloritosas. Engloba cristales muy sanos de plagioclasa y alguno de sanidino. Ambos están más alterados en el centro que en la periferia y presentan la extinción zonar muy característica en bandas poligonales. Hay magnetita. Existe un poco de augita y ningún otro elemento ferromagnésico, atribuyéndolo a que ha habido como reabsorción de estos elementos por el magma.

En el mismo paraje, muy próximo a este sitio, la roca cambia de aspecto y de naturaleza. Presenta un color gris y muy frecuentes vacuolas. La pasta, examinada al microscopio, es de kaolín con algo de residuo vítreo y con muchos microlitos muy pequeños e indeterminables, pudiéndose clasificar la textura de esta roca de hyalopilitica. Los feldespatos son labrador principalmente, con extinción zonar. Presenta algo de biotita policroica muy alterada y con grandes depósitos ferruginosos. Hay algunos trocitos de augita y un poco de sanidino. En algunos sitios, en el mismo paraje de Cala-Viñas, la roca se carga de más biotita.

Al Norte del barranco de Aguilman la roca es sumamente feldespática, tiene un color pardo oscuro y es muy resistente. En una sección delgada presenta cristales de labrador, con las maclas Calsbad, de la albíta y de la periclina. Los bordes, muy corroídos por el magma y el centro kaolinizado, presentan una zona intermedia sin alterar. Presentan la extinción zonar; y tanto en esta roca como en las anteriores, nos parece que ésta es debida a diferencias de composición de los feldespatos, más bien que a maculaciones ultramicroscópicas.

Por último, en Igsasa, más al Sur del cabo de Tres Forcas, presenta un pequeño manchón de una roca blanca con motas gras, que presenta diferencias esenciales con las anteriores. Examinada al microscopio, se observa tal abundancia de fenocristales, que parece en trozos de estructura granitoide; sin embar-

hay partes en la preparación formadas por un magma microcristalino mal definido. Los fenocristales presentan tamaños muy diferentes. Existen feldespatos oligoclasa, maclados según la ley de la albíta en fajas muy estrechas y apretadas y con extinción zonar. Hay también sanidino en cristales muy transparentes y que presentan la macla de Calsbad. Caracteriza a esta roca el hallarse en ella cuarzo idiomorfo, observándose en algún cristal el prisma apuntado característico. Se observa también biotita pardoa amarillenta, generalmente torcida o curvada. Hay además algún trocito de augita y restos de una roca sedimentaria. Parece ser una dacita.

En Tres Forcas se presenta un pequeño manchón de serpentina en uno de los barrancos que afluyen al mar entre Punta Bermeja y Cala Teident por bajo y próximo al camino que, partiendo de Melilla y atravesando el Cabo, va a morir en el faro. Ocupa muy poca extensión, 200 ó 300 metros cuadrados, y se halla la serpentina sumamente descompuesta, presentando un color verdoso.

Por los productos a que ha dado lugar su descomposición, parece deducirse que debió haber dos tipos distintos de rocas.

Examinadas al microscopio, se ve que están constituidas casi exclusivamente por serpentina, pero en algunas preparaciones predomina el crisotilo y se ven las fibras primarias y secundarias con los alvéolos característicos, formadas sin duda a expensas del olivino. Hay además trozos de serpentina coloide. En esas preparaciones hay también mucha bastita que se presenta con kaolín y arcilla, debiendo proceder estos tres minerales de la alteración del piroxeno, conservándose aún señales del crucero *m, m*, y dando idea de que este mineral debía ser muy abundante y presentarse en grandes cristales. Por último, acompaña a estos minerales una espinela que debe ser picotita y magnetita. A veces se presenta la metaxita. Esta roca debió ser primitivamente una lerzolitita.

Existe otro tipo de roca en donde no se ve la textura alveolar y sí una serpentina fibrosa con colores de polarización amoratados y fuertes. Se conservan restos de los cruceros del piroxeno, y como existe además abundante calcita y kaolín, debió ser pri-

mitivamente la serpentina, de donde hemos obtenido estas preparaciones, una piroxenita. Se ve en ella mucha picotita.

**Proceso eruptivo y edad de las rocas de Tres Forcas.**

Las rocas de Tres Forcas, como se ha podido observar en la descripción anterior, presentan grandes diferencias de unos sitios otros, aunque perteneciendo casi todas a la familia andesítica m feldespática.

A pesar de la diferencia de textura de unas rocas a otras se aprecia, sin embargo, la ausencia de una textura microcristalina clara como en las rocas del Gurugú. Parece que la erupción de ser en casi su totalidad submarina y, por consiguiente, el enfriamiento se realizó de un modo muy rápido. Predominan, más en las demás rocas de Marruecos que hemos observado, los feldespatos, de modo que son rocas esencialmente leucócratas, decir, que predominan de un modo grande los elementos blancos sobre los coloreados. En la mayoría de las rocas los elementos ferromagnésicos entran en proporciones muy pequeñas y son de naturaleza muy distinta. Se observan micas y piroxenos, pero hemos hallado anfíboles.

Las rocas tienen todos los caracteres de rocas eruptivas que han salido a gran temperatura y se han enfriado rápidamente. Lo demuestra, en primer lugar, la existencia en todos los magmas de partes vítreas, la presencia en muchas de vacuolas, y la poca abundancia en general de fenocristales.

El orden de consolidación de los elementos parece ser el indicado por Rosenbuch, aunque debió efectuarse rápidamente, casi a la vez. Nosotros hemos podido observar que la esfena ha precedido al feldespato, puesto que éste no pudo tomar su forma por la presencia próxima del primero. La augita ha precedido también al feldespato. El tamaño de los fenocristales es grande, lo que indica mucha fluidez en la masa para que aquéllos pudieran arrollarse con holgura.

Se observan también en la pasta fenómenos de segregación mineralógica que ocasionan después del período efusivo

aureolas pobres en hierro que rodean a los elementos ferromagnésicos.

No se observa tan claramente como en otras rocas de Marruecos esa orientación en filas o en líneas sinuosas de los microlitos de feldespato que constituye la característica de la textura traquítica; más bien es una textura hyalopilitica, puesto que, excepto en algunas rocas, siempre hay residuos vítreos. En muchos sitios la pasta se presenta opaca y terrosa, debido a la kaolinización de los elementos grandes y chicos del feldespato. La pasta en algunas rocas es completamente vítrea, sobre todo en las que se presentan en diques y en las que forman montículos aislados, como en Djar Mahfut.

En muchas preparaciones se observa que el magma corroe los fenocristales en su periferia y se introduce dentro de ellos, formando vetillas. Abundan mucho los esferulitos, constituyendo en algunas preparaciones casi toda la pasta. En general, están formados por elementos feldespáticos, presentando algunos muy clara la cruz característica. En algunas rocas las masas esferulíticas rodean a los cristales comunes de feldespato. En muchas rocas la pasta tiene un aspecto fluidal muy marcado, observándose que forma regueros que respetan y envuelven a los cristales de primera consolidación. Hemos visto también la textura perlítica, apareciendo las trichitas características.

Son muy peculiares de los feldespatos de las rocas de Tres Forcas, como de todas las de Marruecos, la extinción zonar, la buena conservación de los cristales y la claridad de las maclas.

Por último, además de los feldespatos, de los elementos ferromagnésicos, constituidos, según hemos dicho, por biotita, augita y enstatita y de los procedentes de la descomposición de estos mismos minerales, existen en las rocas de Tres Forcas esfena, apatita y magnetita.

Las rocas de Tres Forcas están comprendidas dentro de tres grupos: andesitas piroxénicas muy feldespáticas, que forman casi todo el Cabo, y en las que tal vez haya rocas de varias erupciones; traquiandesitas de Cala-Viñas, y dacitas de Igsasa. Los tres han



producido fenómenos de metamorfismo en los terrenos antiguos. Las micascitas de estrato cristalino han sido llenas de fibras de sericita, de muchos cristales de muscovita, tal vez paragonita, y de filones de cuarzo secundario. Las cuarcitas han sido impregnadas de hidróxido de hierro. Las calizas antiguas han sido convertidas en dolomías, y presentan inclusiones de sanidino en cristales muy sanos y maclados, según Calsbad, y también de un plagioclasa oligoclasa o andesina, poniendo bien de manifiesto la alteración de todas estas rocas. Las margas eocenas también han sufrido en el contacto con las rocas eruptivas de Tres Forcas un violento metamorfismo, quemando la arcilla y variando su coloración. Es, pues, evidente que son erupciones posteriores al eoceno.

El pueblo de Mahfut presenta un dato de interés en lo que se refiere a la roca general del Cabo, y es que sobre las andesitas se presenta un pequeño depósito del plioceno superior, lo que demuestra que la erupción fué anterior a la constitución de este depósito. Resulta, por tanto, que teniendo que estar comprendida entre el eoceno y el plioceno superior, y guardando gran semejanza con la del Gurugú, creemos que contemporánea de esta última debió ser la erupción principal de Tres Forcas.

Las traquiandesitas de Cala-Viñas y las dacitas de Igsasa son semejantes a las rocas de los mismos grupos del macizo del Gurugú, y, por consiguiente, las mismas consideraciones que en su lugar correspondiente hicimos sobre ellas damos ahora por repetidas sobre las rocas de Tres Forcas.

Sobre la serpentina de Tres Forcas, dado el estado de descomposición en que se encuentra, es difícil poder estudiar en ella ni su proceso de consolidación ni su edad. Sin embargo, ya hemos dicho que por los productos de descomposición nos ha parecido ver en esa roca el último grado de serpentización de lerzolitas y piroxenitas; es decir, términos de la serie peridótica que por su caracteres de presentar grandes cristales debieron consolidarse e profundidad; es decir, que constituyen un pequeño lacolito puest a la superficie por la denudación, y creemos ver que este lacolito representa un fenómeno parecido al que luego describiremos en

Ceuta y al importante de la Serranía de Ronda. Su modo de yacer, rodeado de terrenos paleozoicos, parece confirmar esta suposición.

## CEUTA

En el manchón hipogénico, situado junto al mar Mediterráneo, al Sur del Hacho e inmediato al edificio destinado a Escuelas prácticas de Artillería, hemos podido recoger varios ejemplares de rocas, que, con pequeñas excepciones, todas son verdes, y, en la mayoría de los sitios, presenta el aspecto de piel de serpiente, tan característico de las serpentinas; están atravesadas por grandes vetas blanquecinas y amarillentas, y cruzan a éstas otras más pequeñas que las dividen en cuadros. En las litoclasas hay depósitos blanquecinos y amarillentos. La roca, cuando está sana, es dura y resistente.

Examinada al microscopio, tiene la textura de todas las rocas peridóticas, y está constituida esencialmente (fot. en colores número 7) por cristales y trozos de olivino muy abundantes, cristales de piroxeno de mayor tamaño que los de olivino, pero en menor cantidad, y una espinela picotita y magnetita. Acompañan a estos minerales todos aquellos procedentes de la descomposición de los citados.

El olivino está, en todos los ejemplares recogidos, algunos a dos y tres metros de profundidad, bastante serpentizado, sin formas propias, con muchas resquebrajaduras, incoloro, sin mostrar los cruceros. Se pueden apreciar en los distintos ejemplares recogidos distintos grados de serpentización. Hay sitios en donde sólo se ve al olivino resquebrajado; otros en donde ya aparecen las fibras primarias y con ellas un producto intermedio entre el olivino y la serpentina. Se aprecia en la mayoría de las preparaciones la serpentización de toda la fibra primaria, formando crisotilo positivo con inclusiones de magnetita y manchones de serpentina coloide. La hidratación del olivino se ve extenderse en muchos ejemplares a las fibras secundarias, que irradian de las primarias y que dividen, análogamente a como ocurre en

la superficie, en alvéolos al olivino y que poco a poco se las ve conquistar a toda la masa de este mineral, convirtiéndole en algunas preparaciones, en una gran masa de crisotilo con magnetita.

Las fibras primarias tienen a veces mucha longitud y cortan a varios cristales en la misma preparación. La serpentina formada tiene un color amarillo y, como hemos dicho, casi siempre es crisotilo, no presentándose la antigorita. La metaxita aparece en una roca que constituye una serpentina alterada, polarizada en gris, y formando la característica cruz negra. Estos esferolitos a veces tienen un color pardo con débil reacción óptica, y otras veces son transparentes.

De unas preparaciones a otras la cantidad y clase de los piroxenos varía, pero rara es aquella en donde no se vea uno ortorrómbico y otro monoclinico, aunque éste siempre sea más escaso. Entre los primeros he podido ver a la enstatita, más abundante y a la broncita, y entre los segundos a la dialaga. En la fotografía en colores número 7 se pueden ver los tres piroxenos en donde resalta mucho la diferencia de sus colores de polarización.

La enstatita se presenta incolora, con los bordes corroídos, sin policroísmo, con sus cruceros *m m* interrumpidos, con extinción rodadora y con polarización en gris. Aparece maclada con la dialaga como resultado de la unión de la cara *g'* de la enstatita con la *h'* de la dialaga. Estas maclas son múltiples; se ha podido contar en algún cristal más de veinte, siendo muy finas en ocasiones. Los cristales de enstatita, en general, son muy grandes y se presentan también agrietados. Se altera en bastita de fibras muy fina. A veces aparece esta alteración en los bordes y otras en el centro, pero en este caso el agente hidratador ha entrado por las grietas del piroxeno. A veces este mineral se presenta retorcido, como presenta los dos cruceros en ángulo recto, hace el efecto estar formado por cuadrados y rectángulos, y que por el cita retorcimiento algunos de éstos han sido sacados de su sitio.

La broncita también aparece, en las rocas que estamos considerando, con sus cruceros *m m* y nos ha parecido ver trazas del casi incolora, pero tiene algo de policroísmo que la diferen-



FIG. 7.—PERIDOTITA DE CEUTA.

Se ven en esta figura el olivino tipo olivino y los tres piroxenos: dialaga (20, a), enstatita (20, b) y broncita (22) y picotita (27).  
Datos ópticos: (20) en polarización, Nicols cruzados. Objetivo: apocromático 55 mm., 22 aumentos.

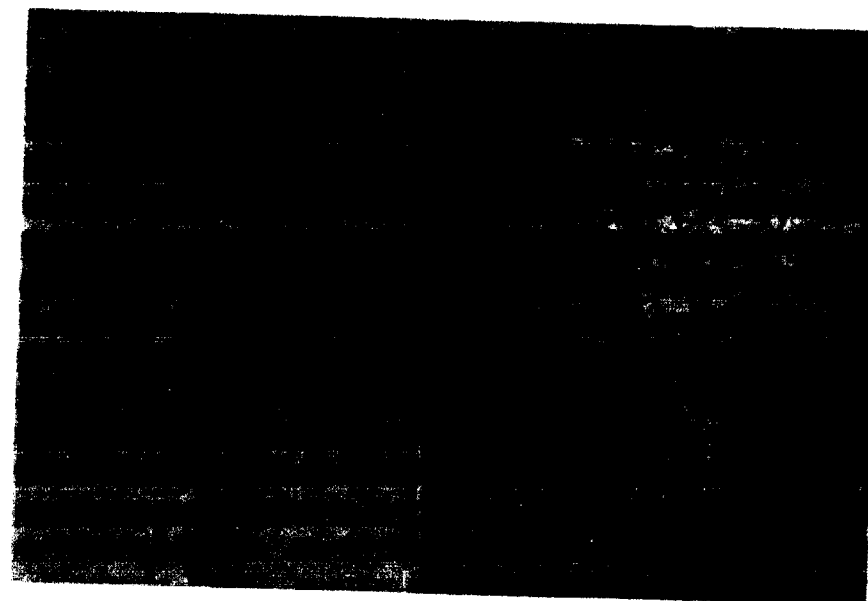


FIG. 8.—Sección basal de augita maclada con dialaga, presentando muy claros los cruceros *m m* y las caras.  
Datos ópticos: (20) en polarización, Nicols cruzados; 60 aumentos.



LÁMINA IV



FIG. 7.—PERIDOTITA DE CEUTA.

Se aprecia en esta figura el olivino serpentinizado y los tres piróxenos: diálogo (20, a), ensatita (20, b) y broncita (22) y picotita (27).

*Datos ópticos:* Luz polarizada; Nícoles cruzados; Objetivo apocromático 35 mm.; 22 aumentos.

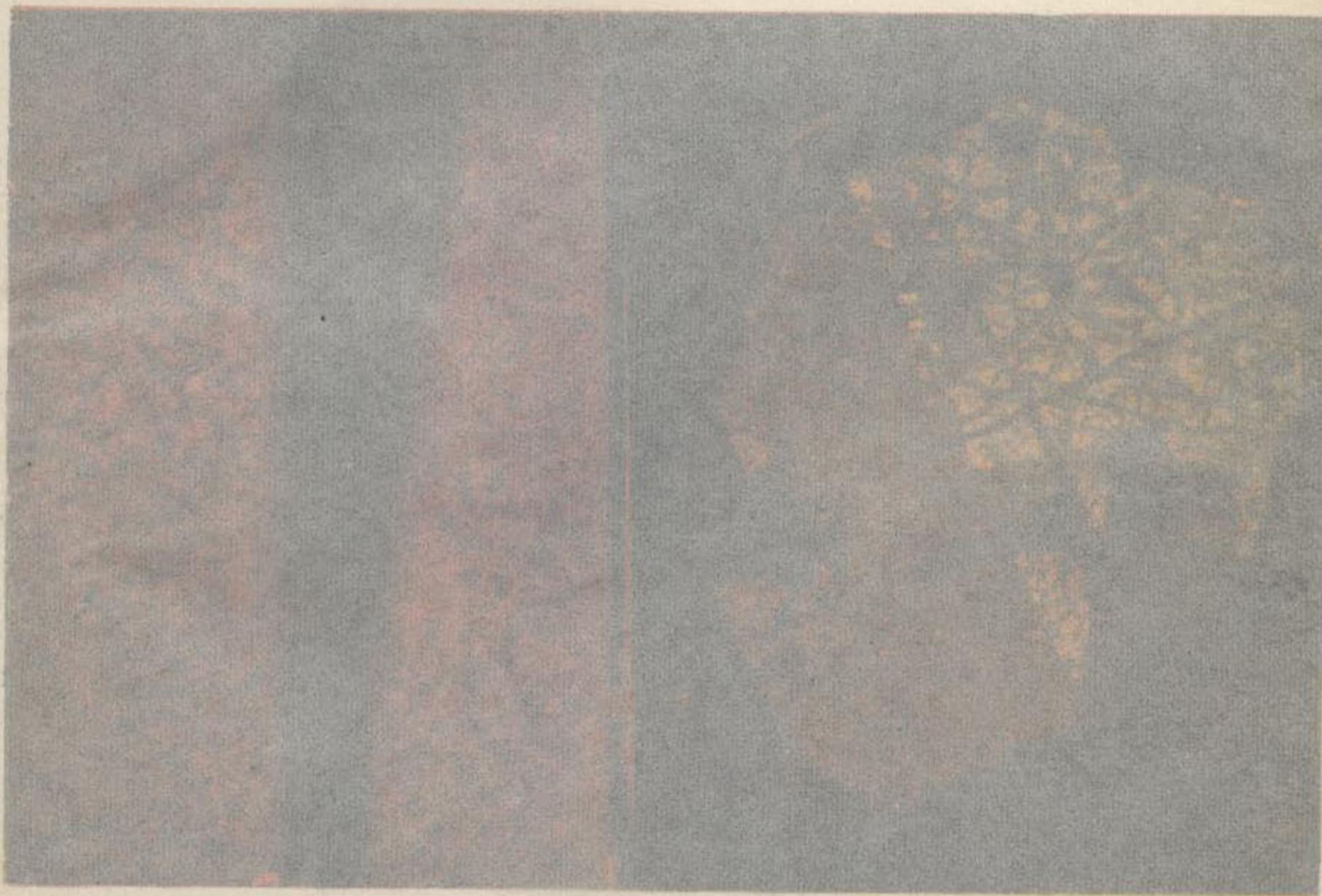


FIG. 9.—Cristal de diapiro, presentando trozos de calcita y kaolín.

*Datos ópticos:* Luz polarizada; Nícoles cruzados; 60 aumentos.

FIG. 8.—Sección basal de augita maclada según  $h^1$ , presentando muy claros los crucesos m, m y las caras.

*Datos ópticos:* Luz polarizada; Nícoles cruzados; 60 aumentos.



## LÁMINA IV



FIG. 7.—PERIDOTITA DE CEUTA.

Se aprecia en esta figura el olivino serpentizado y los tres piróxenos: dialaga (20, a), ensatita (20, b) y broncita (22) y picotita (27).

*Datos ópticos:* Luz polarizada; Nícoles cruzados; Objetivo apocromático 35 mm.; 22 aumentos.

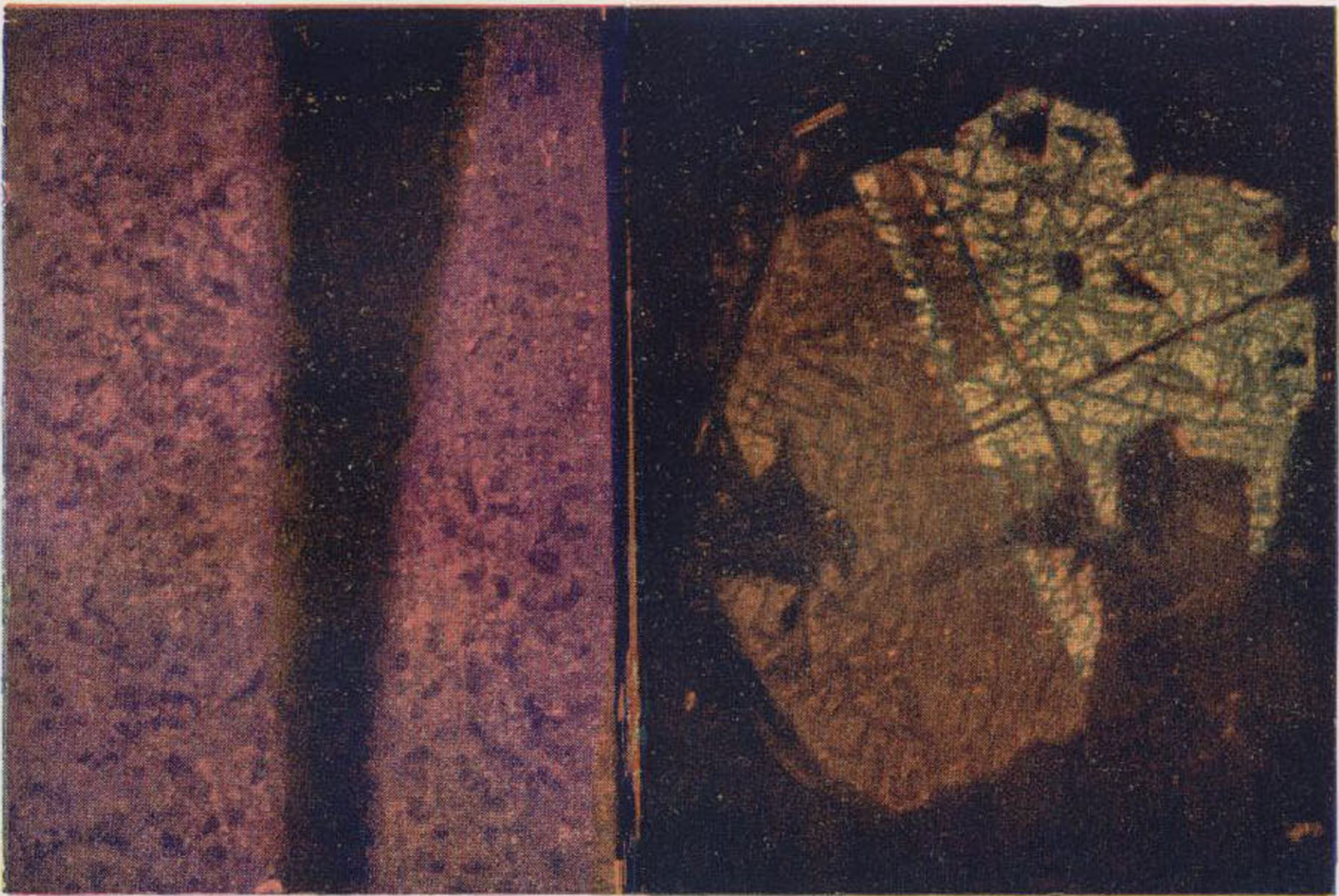


FIG. 9.—Cristal de diapiro, presentando trozos de calcita y kaolín.

*Datos ópticos:* Luz polarizada; Nícoles cruzados; 60 aumentos.

FIG. 8.—Sección basal de augita maclada según  $h^1$ , presentando muy claros los cruces  $m, m$  y las caras.

*Datos ópticos:* Luz polarizada; Nícoles cruzados; 60 aumentos.



de la hyperstena. También, en casi todas las preparaciones, esta última polariza en gris y la broncita en amarillo. Aparecen, aunque no con claridad, las características inclusiones sobre cuya naturaleza tanto se ha discutido (1).

La dialaga también aparece en esta roca sin formas propias, con los cruceros de todos los piroxenos, sin policroísmo, pero distinguiéndose perfectamente de los anteriores por sus colores vivos de polarización y por su fuerte ángulo de extinción. Tanto este mineral como el anterior, se altera en bastita y, a veces, en kaolín.

Otro mineral característico es la picotita, que se presenta en granos irregulares, bastante abundante, de un color pardo rojizo, con poco policroísmo y con manchas de magnetita. Hay también en esta roca magnetita abundante, diseminada en toda la serpentina, y productos cloritosos. A consecuencia de la alteración de la serpentina de las fibras primarias, se ve aparecer en el alma de éstas, el talco en fibras sedosas con colores vivos de polarización. A veces también se ven fibras de asbesto muy característico. También, a consecuencia de la alteración de esta roca, se ve hematites roja y parda. Otro mineral aparece, como descomposición de los piroxenos, unido a la bastita; es de color negro, a veces pardo a la luz natural, y se presenta en trozos ordenados y orientados según los cruceros de aquellos minerales, lo que le da aspecto de caracteres gráficos. Se ve en alguna preparación algo de circon.

**Resulta de todo lo manifestado, que estas rocas corresponden a la variedad de peridotitas, llamadas lertzolitas, algunas de tránsito a las harzburgitas y siempre bastante serpentinizadas. Cuando la hidratación está muy avanzada forman serpentinas alveolares.**

**Metamorfismo, analogías y edad de las lertzolitas de Ceuta.**—Como ya hemos dicho, la composición de las rocas examinadas al microscopio procedentes del manchón peridótico de

(1) *Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda*, por D. Domingo de Orueta, pág. 181 y siguientes.

Ceuta, es muy semejante; sin embargo, hemos podido observar algunas preparaciones en que el piroxeno monoclinico estaba muy escasamente representado, pudiéndose considerar la roca observada como una harzburgita, siguiendo, al adoptar tanto esta denominación como la de lerzolita, la clasificación que de las rocas peridóticas hace nuestro querido maestro D. Domingo de Orueta, en su obra ya citada *Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda*. Sólo estos dos términos de la serie peridótica han sido hallados en Ceuta, pues ni los tipos básicos ni los ácidos allí los hemos encontrado.

Se deduce del examen de estas rocas que presentan una gran analogía con las halladas por Orueta en la Serranía de Ronda; por sus elementos, por su textura, por su descomposición y por todos sus caracteres, la semejanza no puede ser más completa.

La analogía entre los manchones peridóticos de Ronda y Ceuta, a pesar de la diferencia de extensión, se hace aún más potente al observar que el asomo africano está rodeado del gneis, y de esta misma roca y de otras del estrato cristalino se hallan rodeadas las principales manchas malagueñas. La peridotita se presenta en forma de cúpula, es decir, que parece que buza del centro de la mancha hacia los bordes. Junto a la pequeña explanada, situada delante de la fachada orientada a Levante de edificio destinado a Escuelas prácticas de Artillería, se ve un corte del terreno en que aparece superpuesto a la serpentina el gneis, indicando, a mi juicio, por su forma y modo de presentarse, que se trata de un lacolito semejante al de la Serranía de Ronda, es decir, roca solidificada en profundidad y que por accidentes geológicos ha sido puesta al descubierto posteriormente.

El gneis que rodea a la mancha peridótica varía de unos sitios a otros, teniendo en la mayoría de los casos el color y el aspecto del granito tipo, aunque a veces tome el color rojizo y otras amarillento. Está constituido por cuarzo, feldespato ortosa, a veces descompuesto, y presentando la silimanita como producto de su alteración; biotita, que a veces se presenta alterada, produciendo muscovita y kaolín, y como característico de esta roca, en la ma-

yoría de las preparaciones recogidas se presenta la turmalina. La mica forma los haces tan característicos del gneis. Es, por tanto, un gneis turmalinífero.

Así como las peridotitas de Ceuta han sufrido un fuerte metamorfismo, como se desprende de las manifestaciones que hemos hecho en la descripción de estas rocas, al que hay que agregar la serpentización producida por los agentes atmosféricos, que llega a honduras de varios metros a partir de la superficie; el exomorfismo que ha hecho experimentar al gneis que las engloba ha sido pequeño, y sólo alcanza a espesores de unos pocos decímetros a partir de la zona de contacto, dándole un color amarillento y formando productos ferruginosos.

Rodeada toda la mancha peridótica de gneis, pocos datos se pueden obtener para fijar la edad de la erupción. Únicamente por los fenómenos de metamorfismo a que ha dado lugar se puede asegurar que es posterior al estrato cristalino. El Sr. Orueta, en el libro ya citado, hace varias consideraciones interesantes sobre la edad de las peridotitas de la Serranía de Ronda, que, como ya hemos dicho, tienen tanto parecido con las que estamos considerando. La fija de edad posterior al cambriano y anterior al triás. Lo primero, por los fenómenos de metamorfismo que produjo en aquel terreno, y lo segundo, porque los materiales del triás de aquella región están en parte formados a expensas de minerales que entran en las peridotitas. La consideración de que en el período de tiempo transcurrido entre el cambriano y el triás hay dos épocas que se caracterizan por el recrudescimiento en la actividad hipogénica, caledoniana y herciniana, lleva al Sr. Orueta a atribuir a algunas de estas dos edades la época en que se formaron las rocas peridóticas malagueñas.

Estas atinadas consideraciones las podemos nosotros hacer extensivas a las peridotitas de Ceuta, y suponer que en una de esas dos épocas debió de formarse el lacolito africano.



## ASOMOS HIPOGÉNICOS DE LA ZONA ATLÁNTICA

En la zona atlántica, dentro del terreno estudiado, sólo hemos encontrado dos manchones hipogénicos. Uno junto a la aldea llamada Dxar Yedid, cerca de Arcila, y otro en el sitio denominado Los Cenizos, junto al mar. La roca de ambos tiene un color verdoso, y se presenta bastante descompuesta.

El primero está enclavado en un asomo triásico muy interesante por presentar en muy poca extensión diversidad de terrenos. Allí se presentan, además de la roca hipogénica, yesos, sal común, calizas puras y metamórficas, y hasta un bloque suelto de gneis granitoide, que luego estudiaremos.

La roca hipogénica, examinada al microscopio, tiene una textura holocristalina, que en ciertos sitios presenta tendencia a la ofítica. Se halla toda ella muy alterada y metamorfoseada, y está atravesada por grietas, a veces rellenas de cuarzo, y otras de serpiente, que en sitios atraviesan toda la preparación. La serpiente es a veces amorfa, y otras se presenta en forma de crisotilo.

Como minerales esenciales, contienen ortosa muy kaolinizada en cristales pequeños, algunos alargados, maclados según Calsbad. A veces presenta inclusiones de silimanita. Contiene además la roca plagioclasa, biotita de un color rojizo; esta última se presenta a veces retorcida, sin duda debido a acciones dinámicas. Como minerales accesorios, además de los ya citados, se presenta cuarzo en muy pequeña cantidad, clorita de colores verdoso y pardo y productos ferruginosos. Se puede referir esta roca a una sienita de textura algo particular.

La roca de Los Cenizos se presenta rompiendo la continuidad de los depósitos eocenos. Tiene color verde y, examinada al microscopio, presenta una textura francamente ofítica, como se puede ver en la fotografía 47, y está constituida por plagioclasa o andesina, que se presenta en cristales alargados, según la arista  $pg'$ , y en general muy kaolinizados y alterados. Contiene también un



Fig. 47. — Ofita de los Cenizos. (Costa atlántica.)

En la fotografía se aprecia perfectamente la textura ofítica. Existen abundantes cristales de oligoclasa (6). Muchos de piroxeno (20) uratizado y descompuesto en productos cloritosos. Hay biotita (19) muy escasa y magnetita (29).

Datos ópticos: Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar».—37 aumentos.



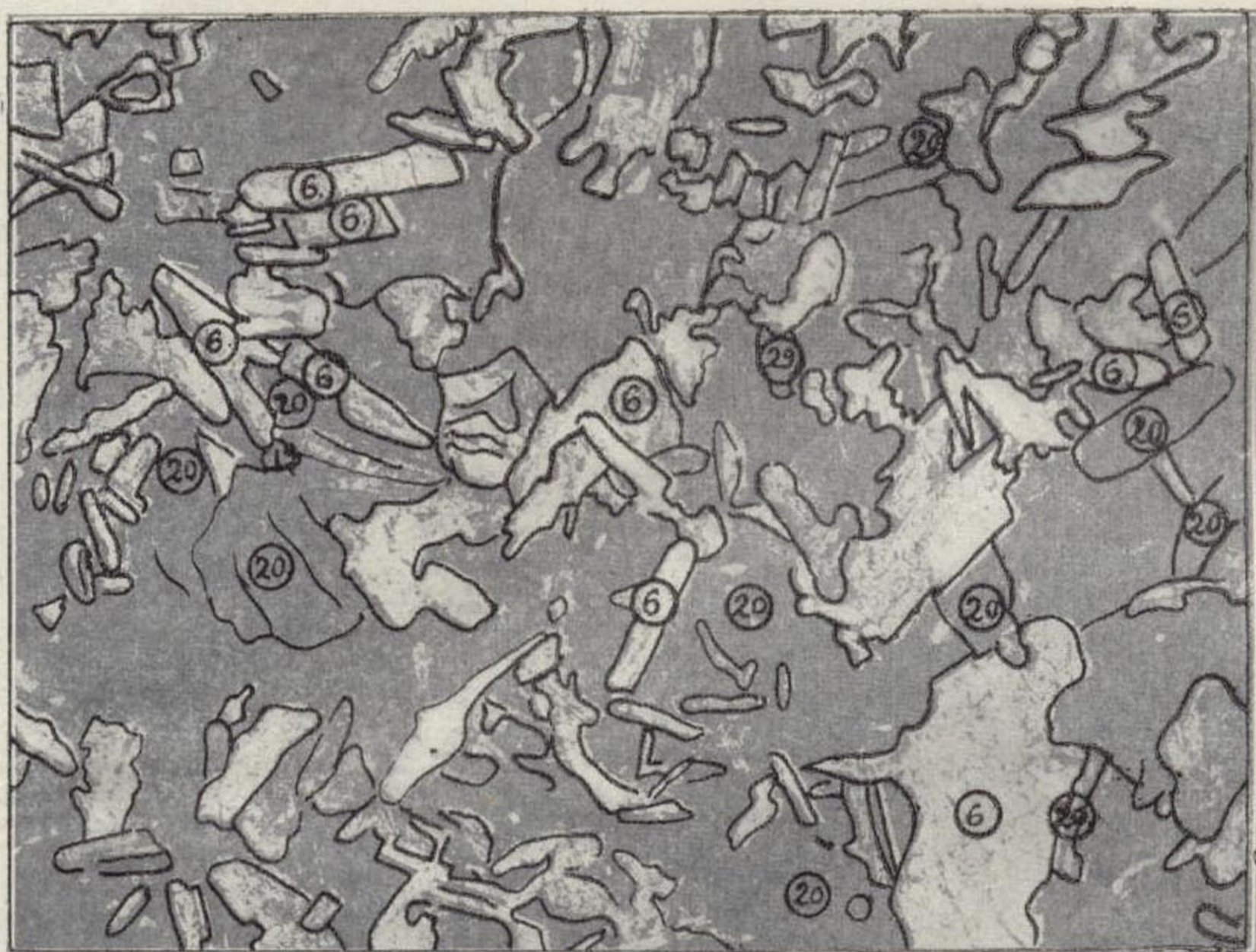


Fig. 47. — Ofita de los Cenizos. (Costa atlántica.)

En la fotografía se aprecia perfectamente la textura ofítica. Existen abundantes cristales de oligoclasa (6). Muchos de piroxeno (20) urutilizado y descompuesto en productos cloritosos. Hay biotita (19) muy escasa y magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar».—37 aumentos.





Fig. 47. — Ofita de los Cenizos. (Costa atlántica.)

En la fotografía se aprecia perfectamente la textura ofítica. Existen abundantes cristales de oligoclasa (6). Muchos de piroxeno (20) urutilizado y descompuesto en productos cloritosos. Hay biotita (19) muy escasa y magnetita (29).

*Datos ópticos:* Luz polarizada. Nícoles cruzados. Objetivo «Planar».—37 aumentos.



piroxeno de color ligeramente verdoso y con grandes depósitos ferruginosos, un poco de biotita y magnetita. Contiene también calcita y kaolín, procedentes de la alteración del piroxeno.

**Metamorfismo y edad de las rocas hipogénicas de la zona atlántica.**—Las dos rocas examinadas en este grupo, a pesar de presentar grandes diferencias en la textura y en la constitución, no pueden dejar de agruparse en un estudio petrográfico, por tener ambas un carácter común de gran importancia geológica, y es su asociación con los depósitos triásicos. Ellas se muestran en la Naturaleza acompañadas de margas, de yesos, de calizas muy metamorfosadas en manchones pequeños que rompen la continuidad de otros terrenos geológicos, es decir, que se presentan en unas condiciones de yacimiento tan idénticas, y al mismo tiempo tan particulares, que no es posible dejar de ver en ellas rocas de la misma familia petrográfica que han salido a la superficie de la tierra en la misma época y por causas de los mismos accidentes geológicos.

Estas rocas hipogénicas han ocasionado un fuerte metamorfismo en las rocas triásicas; las margas toman colores rojizos en su contacto; se han formado algunos yesos en contacto con calizas y margas, y sobre todo la caliza ha sufrido un metamorfismo fuerte, transformándola en dolomía y llenándola de algunos minerales que se aprecian muy bien en las preparaciones que hemos examinado al microscopio. Se encuentra en ella el difiro, muy caracterizado, como se puede ver en la fotografía en colores número 9. Polariza en colores vivos con extinción recta, presentando alguna faja de kaolín, trozos de calcita sin epigenizar y algo de talco. Cristaliza en agujas muy alargadas. Nosotros hemos cogido ejemplares de cinco y seis centímetros de longitud. También se ve en la dolomía talco, que se presenta frecuentemente formando las palmas características. En otros sitios se la ve en agujas aisladas.

En el afloramiento triásico también hemos visto un canto de gneis granitoide en contacto con la roca hipogénica. La extraña aparición de esta roca entre los depósitos triásicos nos parece sólo



explicable como un trozo arrancado del conducto que siguió la roca hipogénica al salir a la superficie.

Esta gneis granitoide está formada por ortosa muy descompuesta, por cuarzo con polarización en mosaico, por algo de hornablanda, magnetita e ilmenita. Los elementos presentan la ordenación característica del gneis. Nos ha parecido también observar en esta roca la presencia del rutilo.

Nos parece, con Gentil, por las propiedades de estas rocas, condiciones de yacimiento, fenómenos de metamorfismo a que han dado lugar, a veces dinámico, como lo indica la deformación de algunos cristales de biotita y hasta por la presencia del canto gneísico, que las rocas hipogénicas que estamos considerando tienen origen eruptivo.

Respecto a la edad de estos asomos hipogénicos, conocemos dos datos de importancia: uno de ellos es que la roca es más moderna que el triás, puesto que las rocas correspondientes a este terreno han sido metamorfizadas por la roca hipogénica, y otro que son más antiguos que el eoceno, porque los depósitos correspondientes a este terreno se han depositado sobre el manchón triásico sin haber sufrido alteración alguna. Por tanto, en el jurásico o cretáceo debieron hacer su aparición las ofitas y las rocas que hemos agrupado con ellas.

## RESUMEN

En la descripción de las rocas se deduce que las rocas hipogénicas de Marruecos se pueden dividir en tres grandes grupos: rocas antiguas, peridotitas y serpentinas, rocas secundarias; ofitas, y rocas terciarias.

**Grupo peridótico.**—Las serpentinas hacen su aparición en la zona que hemos estudiado en sólo dos sitios: uno en Ceuta, en donde se determinan, sin dar motivo a dudas, que proceden de lertzolitas, y otro en Tres Forcas, en donde la serpentina se presenta descompuesta y metamorfizada, o sea, que asoman estas rocas en la cumbre oriental y en la occidental de la cadena del Rif.

Por sus componentes, por los fenómenos de metamorfismo a que dan lugar y por las condiciones de su yacimiento, son iguales a las lertzolitas existentes en el manchón peridótico de la Serranía de Ronda. Estas tres manchas de serpentinas africanas y española, enclavadas en terrenos antiguos y formando lacolitos, jalonan la vuelta de la cordillera Rif-Bética, conforme con las ideas sustentadas al principio de este trabajo. En Argelia, aparte del manchón serpentinoso de Oued-Madagre, cuyo origen es imposible averiguar, existe la mancha de serpentina de Collo (1), procedente de lertzolita y con composición muy parecida a la de Ceuta. Es decir, que el asomo de Collo es otro jalón más que indica la continuación de la cordillera Bético-Rifeña por Argelia, o sea, que estos asomos marcan la marcha del Atlas Mediterráneo.

Como, en general, la serpentización de las lertzolitas está muy avanzada, las propiedades físicas corresponden a un término intermedio entre serpentinas y lertzolitas, más cerca de las primeras; así su densidad es de 2,75, variando la de las serpentinas de la Serranía de Ronda de 2,3 a 2,7, y siendo la de las lertzolitas de esta misma cordillera superior a 3. Son rocas, cuando están sanas, duras y resistentes y por su belleza y aptitud para el pulimento constituyen una buena piedra ornamental.

La composición química es semejante a las rocas de esta misma clase. Una lertzolita algo serpentizada dió la siguiente:

Ácido silícico.....	40,80
Alúmina.....	2,22
Cal .....	Indicios.
Magnesia.....	35,41
Agua.....	12,10
Óxido ferroso.....	9,30
Cromo.....	Indicios.

Las grandes cantidades de magnesia, hierro y sílice que entran en su composición corresponden a la del olivino y de los piroxeno. Los indicios de cromo indican la presencia de la picotita.

(1) *Carte géologique de l'Algerie*, pág. 36.

No insistimos sobre las propiedades ópticas por habernos extendido en el lugar correspondiente.

**Grupo ofítico.**—El segundo grupo está formado principalmente por ofitas, aunque aparezcan rocas que por la presencia de ortosa y biotita y la casi ausencia de cuarzo se las puede clasificar de sienitas. Sin embargo, estas rocas, por sus condiciones de yacimiento idénticas a las de las ofitas y por tener el feldespato cierta tendencia a presentar la textura ofítica, no se puede separar de este grupo, según ya hemos dicho en el lugar correspondiente.

Estos manchones ofíticos de pequeña extensión y en relación con depósitos triásicos son muy frecuentes en Argelia. En la explicación del Mapa Geológico de Argelia y en los trabajos de Gentil se citan infinidad de asomos de esta clase. Fueron considerados de edad terciaria en los primeros trabajos; pero últimamente Gentil (1) los considera de edad secundaria, y con esta opinión coincidimos nosotros.

También las ofitas, en el Sur de España, se presentan en pequeños manchones en relación con los depósitos triásicos y con composición parecida a la de Los Cenizos. Según Calderón (2) se encuentran los asomos ofíticos dentro de una faja que es paralela a la costa mediterránea en las provincias de Cádiz, Sevilla, Málaga, y que después se inflexiona tomando dirección Norte en la provincia de Granada. En la provincia de Murcia son citadas las ofitas (3) en relación con depósitos triásicos en Cabezo de San Ginés y otras rocas que guardan afinidades petrográficas con las ofitas en Roldán, Alcumbres, Gorguel y Sierra de Pelayo. La posición de estas rocas con relación al eje de la cordillera bético-rifeña parece ser en todos los sitios la misma. Es decir, que sigue habiendo grandes analogías entre los terrenos del Norte de África y los del Sur de España.

(1) *Le Bassin de la Tafna*, pág. 173.

(2) «La región epipléica de Andalucía y el origen de las ofitas.» *Boletín del Instituto Geológico*, t. XVII.

(3) *Memorias del Instituto Geológico*. «Criaderos de hierro de España», «Criaderos de la provincia de Murcia», pág. 227.

Las rocas de este grupo se presentan muy alteradas, lo que trae consigo disminución en su tenacidad. También a consecuencia de los fenómenos de metamorfismo pierde algo de densidad. Tiene 2,75 y es un poco más baja que la que tiene el tipo medio de esta clase de rocas.

Las ofitas, en general, tienen composición química muy variable. La recogida en Los Cenizos tiene 57 por 100 de sílice, y la sienita, 51 por 100, conteniendo ambas la misma cantidad de óxido ferroso y composición parecida.

**Rocas terciarias.**—Dentro de las rocas eruptivas terciarias hemos incluido muchas clases de rocas, algunas, como las dioritas, sobre cuya edad tenemos muchas dudas. Las dividiremos en grupos, atendiendo a sus condiciones de yacimiento, edad y composición mineralógica. En un grupo situaremos las dioritas y las dioritas cuarzosas que indican un tránsito a las granulitas y los representantes porfiroides de estos dos grupos, que las hemos clasificado de porfiritas dioríticas y de porfiritas dioríticas cuarzosas.

En el segundo grupo comprendemos todas las rocas claramente terciarias andesíticas o que tienen con éstas grandes analogías, como son las traquiandesitas, las dacitas y las obsidias andesíticas.

Y por último, el tercer grupo estará formado por los basaltos, abarcando en él las doloritas como sus representantes holocristalinos y las labradoritas que tienen con ellos muchas afinidades.

**Grupo diorítico.**—En el lacolito del Uixan, cuya edad y condiciones de yacimiento ya hemos discutido en el lugar correspondiente, se presentan, sin obedecer a regla alguna, o las dioritas típicas formadas esencialmente de plagioclasa, andesina o labrador y de anfíbol, a las que acompañan generalmente, aunque ya como accesorios, biotita y piroxeno, o las dioritas cuarzosas, en las que a los minerales que acabamos de calificar de esenciales se une la biotita, el cuarzo y algo de ortosa, constituyendo un tránsito a la granulita.

Los representantes porfiroides de estas rocas aparecen en el borde del lacolito en el río Uixan, y tanto estas porfiritas como



las que constituyen los diques comprendidos entre Asmir y Hadumen y los del barranco Bocoia pertenecen al grupo de las dioritas propiamente dichas. En cambio la roca porfiroide situada en el plano inclinado de la Sociedad La Alicantina y las de otros diques de Afra corresponden al grupo de las dioritas cuarzosas.

La textura y algo la composición separan las porfiritas dioríticas de algunas andesitas. La textura de las porfiritas no es vítrea; ni nunca es microlítica, aunque siempre es microcristalina. Las porfiritas presentan siempre anfíbol, como elemento forromagnético principal, y siempre tienen muchos elementos coloreados, o sea que son rocas melanocratas. Las andesitas son esencialmente leucocratas feldespáticas, y cuando abunda el elemento ferromagnético es, principalmente, piroxeno o biotita.

Sin embargo, estas diferencias son tan pequeñas, dadas las que existen entre las diferentes variedades de las rocas andesíticas, que no se puede por menos de asociar a unas y otras, y, claro es que, en este caso, habría que considerar a las dioritas como el representante holocristalino de las porfiritas y andesitas. La semejanza de estas rocas es una razón más por la que también nos inclinamos a considerar a las rocas dioríticas como terciarias.

Ya hemos dicho en otro lugar que en Argelia se presentan rocas dioríticas parecidas en Cudia el Kaylaa y en Oued Asougar, aunque en la composición de estas últimas no entra la biotita.

En España las dioritas de Peñaflores fueron consideradas por Nogués (1) como terciarias, pero tienen composición muy diferente a las del Uixan.

Las dioritas de Almería forman en esta provincia un arco separado de 40 kilómetros y más tierra adentro, del que forman las andesitas y parecen tener relación con éstas. Estas son las únicas rocas que tienen alguna analogía con las del Uixan, pero no la suficiente para considerar a unas y otras como debidas a un mismo fenómeno geológico. Más semejanza presentan las rocas del Uixan con otras extranjeras de Italia y Hungría, sobre todo, con las de este último país.

(1) *Compt. Rend.*, 1885.

Las rocas dioríticas holocristalinas son muy fáciles a la alteración, resultando, en general, blandas, aunque cuando están sanas son duras y resistentes.

Las dioritas, propiamente dichas, cuya densidad hemos determinado, son las siguientes:

Río Uixan.....	2,68
Río Salado Axara.....	2,79
Río Uixan (con algo de cuarzo).....	2,56

Resulta una medida de 2,65, o sea, aproximadamente, la de las andesitas con textura pilotáxica, o sea aquellas en que todos los elementos del magma han cristalizado, aunque sea en formas microscópicas.

Las porfiritas dioríticas sin cuarzo, cuya densidad ha sido hallada, son las siguientes:

Río Uixan.....	2,72
Diques entre Asmir y Hadumen.....	2,68
Río Bocoia.....	2,68

o sea una media de 2,69 casi igual a la de las dioritas holocristalinas.

Las densidades de las porfiritas dioríticas con cuarzo son:

Barranco de Sidi-Brahim.....	2,35
Plano inclinado de <i>La Alicantina</i> .....	2,44

Media, 2,40, o sea que, por ser rocas más ácidas, son bastante menos densas que las anteriores.

Las rocas reunidas en este grupo tienen una composición química parecida, variando entre los siguientes límites:

Ácido silícico.....	55	a	62	por 100
Alúmina.....	14	a	19	»
Óxido ferroso.....	3	a	10	»
Cal.....	6	a	10	»
Magnesia.....	2	a	3	»
Sosa.....	3	a	7	»
Ácido fosfórico.....	0,20	a	0,30	»
Ácido carbónico.....	0,70	a	0,90	»
Agua.....	0,10	a	0,80	»

Como se ve, corresponde a la composición media de las diori-

tas, aunque la cantidad de magnesia y hierro sean escasas, creemos que debido a que son dioritas muy feldespáticas, o sea que se aproximan en su composición a las andesitas.

Entra en la composición mineralógica de las dioritas, como elemento blanco un plagioclasa andesina-labrador maclado, con extinción zonar, o sea presentando una analogía muy grande con los feldespatos de las andesitas, pues ofrecen hasta el mismo proceso en la descomposición. Entran como elementos ferromagnésicos anfíbol y biotita y a veces piroxeno, es decir, elementos que se encuentran también en las andesitas, pero en ambas las propiedades y modo de presentarse no son tan parecidos como en los feldespatos. La presencia de apatita y de magnetita de primera consolidación asemeja también unas rocas con otras.

Como resumen, se puede decir, con toda clase de reservas, que las dioritas parecen constituir un grupo con las andesitas; que ambas son de edad terciaria; que, relacionadas con las mismas conmociones geológicas, deben tener el mismo origen, aunque las dioritas sean de época un poco anterior, y, por último, que las diferencias de textura y composición hay que atribuir las al diferente modo en que se efectuó su solidificación.

**Grupo andesítico.**—Es el grupo hipogénico de más importancia de la zona estudiada en Marruecos, y en él hemos englobado rocas muy diferentes que, sin embargo, tienen algunos caracteres comunes, como son el predominio de los feldespatos, las condiciones de yacimiento y el ser casi contemporáneas. Dentro de este grupo se pueden hacer cuatro grandes subgrupos, representados por las rocas siguientes: andesitas, propiamente dichas, traquiandesitas, obsidianas andesíticas y dacitas.

**Subgrupo andesítico.**—Las andesitas, propiamente dichas, son las rocas más abundantes del grupo andesítico, y presentan muchas variedades, siendo las más importantes las siguientes: andesitas piroxénicas, andesitas piroxénicas con anfíbol, andesitas piroxénicas con biotita, andesitas piroxénicas con anfíbol y biotita, andesitas con biotita, andesitas con biotita y anfíbol y andesitas feldespáticas.

La repartición geográfica de estas variedades de andesita en Guelaya se abarca en el siguiente cuadro:

Andesita piroxénica.....	} Tisingar en la vertiente Norte del Gurugú, Buguen-Zein y entre Yosuna y Sidi-Amar al Sudeste de Afra.
Andesita piroxénica con anfíbol.....	
Andesita piroxénica con anfíbol y biotita.....	} Buharagua.
Andesita piroxénica con biotita.....	
Andesita piroxénica con biotita.....	} Sidi-Musa.
Andesita piroxénica con biotita.....	
Andesita con biotita. ....	} Altos del Gurugú, Meseta de Tazuda, vertiente Sur del Gurugú, Atalayón, Punta Negri, Punta Cárcel, Monte Tauima, Boayeden.
Andesita con biotita y anfíbol.....	
Andesita feldespática.....	} At-laten, meseta Tlat, meseta Beni-Faklan, canteras de At-laten, subida de Sammar, a Az-Hasain, carretera de Ishafen.
Andesita feldespática.....	
Andesita feldespática.....	} Carretera de Kaddur-Montes Tumiat.
Andesita feldespática.....	
Andesita feldespática.....	} Tres Forcas.
Andesita feldespática.....	

Realmente estas seis variedades de andesita se deben agrupar en tres. Las cuatro primeras se pueden agrupar en una sola sección, designada sencillamente con el nombre de andesitas piroxénicas, atendiendo que el elemento ferromagnésico predominante es la augita. Otro carácter, el de la textura, diferencia también de un modo notable a las andesitas piroxénicas de las demás. Todas las rocas que hemos recogido en este grupo tienen la textura pilotáxica, o sea microcristalina, sin partes vítreas, y las de las otras variedades nunca la presentan. Solamente en la roca de Tauima se ven algunos restos vítreos. Resulta de esto que todas las andesitas piroxénicas parecen corresponder a la erupción emergente del Gurugú, no así las restantes que debieron ser submarinas.

Las andesitas con biotita y las andesitas con biotita y anfíbol las reuniremos en una sola sección, que se caracteriza por el predominio de la biotita y por la textura hyalopilitica. Es interesante hacer observar que la existencia de biotita determina en la roca la presencia de partes vítreas. Aunque éstas no se presentan en



las rocas de esta sección con tanta abundancia como en las andesitas feldespáticas de Tres Forcas.

Por último, las andesitas feldespáticas se caracterizan por la ausencia de elementos ferromagnésicos, pues sólo se observan algunos cristales de biotita o augita, y por la textura hyalopilitica o felsítica o en algunos casi vítrea, debida probablemente a que la erupción debió ser submarina casi en su totalidad.

Las andesitas, propiamente dichas, tienen un color pardo oscuro y cuando están sanas son duras y resistentes, sobre todo las que contienen elementos ferromagnésicos abundantes. La densidad varía también según las tres secciones en que hemos englobado las andesitas.

Andesitas piroxénicas:

Altos Gurugú.....	2,70
Meseta Tazuda.....	2,64
Punta Negri.....	2,70
Punta Cárcel.....	2,75
Idem.....	2,56
Idem.....	2,71
Tisingar.....	2,64
Camino de Yosuna a Sidi Amar.....	2,71
Boayeden.....	2,73
Buharagua.....	2,65

Como se ve, la densidad de la andesita varía poco de un sitio a otros y las diferencias serán probablemente motivadas los fenómenos de metamorfismo que se observan en todas rocas, incluso en las más sanas. Resulta una densidad media de 2,68.

Las andesitas con biotita, cuya densidad hemos determinado son las siguientes:

At-laten.....	2,68
Meseta de Tlat.....	2,27
Idem de Beni Faklán.....	2,55
Subida de Sammar a Az Hasain.....	2,23
Bogarara.....	2,90
Tumiat.....	2,33

Resulta una media de 2,37 y tampoco presenta grandes diferencias con las densidades que han servido para determinarla.

Por último, las andesitas feldespáticas se las puede considerar con una densidad media de 2,31, obtenida de tres rocas distintas de Tres Forcas.

La composición química de las andesitas, propiamente dichas, se ha deducido de dos análisis, uno efectuado sobre una roca del Gurugú, cuyo resultado se expresa a continuación en primer lugar y el otro sobre una roca de Punta Negri. He aquí los análisis:

Ácido silícico.....	56,30	58,10
Alúmina.....	12,28	12,66
Óxido ferroso.....	10,40	12,97
Cal.....	6,10	5,10
Magnesia.....	3,28	3,22
Sosa.....	8,69	5,38
Ácido fosfórico.....	0,38	0,25
Ácido carbónico.....	0,56	0,77
Agua.....	1,11	0,95
Potasa.....	Indicios.	Indicios.

Como se ve, el resultado viene a ser el mismo en las dos rocas y no se separa mucho de los análisis de la mayoría de las rocas andesíticas de otros lugares. Considerando el tipo medio de éstas, las africanas tienen un poco alta la proporción de sílice y de hierro y muy baja la de potasa.

Sobre las propiedades ópticas nada tenemos que decir después de lo que ya llevamos manifestado. Además de los minerales que nos han servido para separar las distintas variedades, es importante hacer notar que hay otros minerales accesorios que se presentan con mucha frecuencia en las andesitas propiamente dichas, como son la magnetita (se encuentra siempre), la apatita, la esfena, la enstatita y el sanidino. Además, se encuentran los minerales procedentes de la descomposición de los esenciales y accesorios.

**Subgrupo traquandesítico.**—En este subgrupo están englobadas todas las rocas del grupo andesítico más ácidas que las anteriores y caracterizadas: porque contienen algo de sanidino,

porque el plagioclasa varía entre la oligoclasa y la andesina, porque su textura es traquítica o sea formada por microlitos alargados, entrecruzados y formando a modo de regueros, y, por último, por su escasez en ferrocristales, sobre todo de los elementos ferromagnésicos. Las rocas traquiandesíticas son muy frecuentes en la Naturaleza, tanto, que el célebre petrógrafo Washinton (1) ha propuesto designarlas con un nombre especial, el *Vulsinitas*.

Dentro de este subgrupo existen muchas variedades y muchos tránsitos entre las andesitas, propiamente dichas, y las traquitas.

Es interesante hacer constar que el elemento ferromagnésico nunca predominante, que se encuentra en las traquiandesitas, la biotita, y según la abundancia de este mineral se pueden dividir en dos secciones distintas, cuya repartición geográfica se hace el siguiente cuadro:

Traquiandesitas feldespáticas .	} Diques en Gurugú y en Tazuda. Hach Chaui, Nador, Ulad Ganen (muy vítrea) y Cala-Viñas, en Tres Forcas.
Traquiandesitas con biotita . . .	
	} Punta Cárcel. Barranco Sidi Mesaud.

Las rocas traquiandesíticas tienen, cuando no han sido afectadas por el metamorfismo, un color gris, y son resistentes. La densidad de estas rocas es menor que la que tienen las del subgrupo anterior. He aquí los resultados obtenidos con varias muestras:

Meseta de Tazuda . . . . .	2,32
Hach Chaui . . . . .	2,32
Idem . . . . .	2,54
Punta Cárcel . . . . .	2,25
Arroyo Sidi Mensand . . . . .	2,42
Ulad Ganen . . . . .	2,06

O sea una media de 2,32, que se separa algo solamente de la densidad de la última roca, por ser ésta la más vítrea de todas. El metamorfismo que generalmente tienen estas rocas hace

(1) *Journ of Geole*, IV, pág. 547, año 1896.

es difícil buscar ejemplares sanos que sirvan para efectuar con ellos análisis que den idea de la composición química exacta. Sin embargo, un resultado aproximado es el siguiente:

Sílice, 66 por 100; alúmina, 16 por 100; cal, 0,85; sosa, 8,32; óxido ferroso, 7 por 100; cantidades pequeñas de ácido fosfórico, carbónico y agua y cantidad variable de potasa, pero siempre pequeña en relación con la que contienen en general esta clase de rocas. La proporción de sosa, en cambio, es grande, aunque no debemos perder de vista que las rocas comprendidas en este subgrupo no son traquitas, sino rocas traquiandesíticas. En trabajos siguientes trataremos de estudiar detenidamente el mineral sanidino que se presenta en las rocas de Guelaya, pues nos parece que entra mucha sosa en su composición y que tiene propiedades algo particulares.

Las propiedades ópticas características de este subgrupo quedan arriba expresadas al hacer su definición y clasificación. En este subgrupo se han colocado rocas como la de Ulad Ganen, que viene a ser un tránsito a la obsidiana traquiandesítica. La roca del barranco de Sidi-Mesand contiene, además de biotita, augita.

Es frecuente que estas rocas se presenten en diques, como en el Gurugú y Tazuda. Las rocas de Nador, al Sudeste del Gurugú y Cala-Viñas, al Sudeste del manchón hipogénico de Tres Forcas, se hallan en contacto de calizas antiguas, y producen en ellas un metamorfismo idéntico, las cargan de cristales de feldespato.

Las rocas de estas erupciones son más modernas que las del subgrupo andesítico, según se deduce de las consideraciones que hemos hecho al hablar del proceso y edad de las rocas eruptivas del Gurugú, aunque debieron emerger después de las andesitas, sin haber apenas solución de continuidad, es decir, que son de edad astiense.

**Subgrupo de obsidias andesíticas.**—En este subgrupo se han englobado todas aquellas rocas de textura vítrea que engloban algunos fenocristales, siempre escasos, de feldespatos y algunas veces de biotita. Vienen a ser los representantes vítreos de los dos subgrupos anteriores, que, por efectuarse el enfriamiento



más rápidamente, no han tenido tiempo los elementos del magma para diferenciarse con holgura.

Por la extensión que ocupan tiene gran importancia este subgrupo, pues los montes del Tidinit y Kaddur están constituidos por rocas en él englobadas. Se pueden hacer dos secciones: una en la que se agrupen todas las obsidianas que no tienen fenocristales, o si los tienen son escasos y siempre de feldespatos, y en la segunda, aquellas que contienen fenocristales de biotita. La repartición geográfica de las rocas de estas dos secciones se indica a continuación:

Obsidianas andesíticas.....	}	Collado Hardu. En sitio comprendido entre zoco Yemaa y Sebt, Hianen, Tres Forcas, Dzar Mahfut.
Obsidianas andesíticas con biotita.....		Tidinit, Kaddur, Berguel, Barranco Haduba y Medlun, en Tres Forcas.

La textura de estas rocas, aunque siempre es vítrea, presenta muchas diferencias. En sitios como en Berguel es estalactítica. Es esferulítica en Hianen y entre el Yemaa y Sebt. Fluidal en Dzar, Mahfut, Medlun, Kaddur y Tidinit, y de textura perlítica hemos recogido muy buenas muestras en Tidinit.

Los colores de estas rocas varían mucho: las hay amarillas de miel, rojas, negras, verdosas, blancas. En general son muy resistentes.

Damos a continuación las densidades de varias rocas comprendidas en este subgrupo:

Tidinit.....	2,01
Idem.....	2,36
Kaddur.....	2,38
Hianen.....	2,41
Tres Forcas.....	2,13

O sea una media de 2,26, que se diferencia poco de los términos con que ha sido obtenida.

Cuando las rocas del grupo andesítico toman la textura vítrea de cualquiera de los trámites de hyalopilitica a verdadera obsidiana, la densidad es menor que las de textura pilotáxica que an-

tes hemos considerado. Nosotros creemos que la diferencia se hace más patente, debido a que la pasta vítrea, al formarse, aprisionó muchas burbujas de aire, según hemos podido comprobar en el examen al microscopio de las rocas.

Los análisis químicos de la roca del Tidinit y de Dzar Mahfut en Tres Forcas han dado los resultados siguientes, respectivamente:

Ácido silícico.....	70,85	77,28
Alúmina.....	17,40	17,00
Oxido ferroso.....	Indicios	0,64
Cal.....	3,30	0,19
Magnesia.....	0,29	0,32
Sosa.....	3,30	8,44
Ácido fosfórico.....	Indicios	Indicios
Ácido carbónico.....	Indicios	0,27
Agua.....	4,42	0,43

O sean análisis muy parecidos, excepto en la cantidad de sosa.

También se observa que la proporción de sílice en estas obsidianas es muy elevada, está en el límite máximo asignado a esta clase de rocas.

Estas rocas, de textura tan diversa, se presentan unas veces en diques, como las debidas a erupciones sincrónicas con las del Gurugú, y entonces es debida su textura a accidentes puramente locales, y otras, en cambio, forman grandes manchones, como los del Tidinit, Kaddur y Tres Forcas, y entonces su especial textura puede ser que en parte sea debida a que las erupciones que han emitido las obsidianas han sido submarinas.

La época de la erupción del Tidinit y Kaddur, según ya hemos dicho, la consideramos anterior a la del Gurugú, del final del plasenciense.

**Subgrupo de las dacitas.**—En este subgrupo se han incluido las rocas correspondientes a tres manchitas eruptivas de poca extensión, pero caracterizadas por su acidez con relación a las rocas precedentes. Están caracterizadas por su textura porfiroide y por la presencia de un plagioclasa, oligoclasa o andesina, de elementos

ferromagnésicos, y, sobre todo, de cuarzo idiomorfo. El elemento ferromagnésico es biotita y a veces augita.

Las tres manchas de dacitas son: la del arroyo Masin, junto a Sidi-Embarek; la de la subida desde este arroyo a Az-Hasain, formando un cerrete, y la de Igsasa en Tres Forcas. Las dos primeras, sumamente parecidas como correspondientes a una misma erupción y desarrollada en análogas condiciones. La de Igsasa presenta algunas diferencias con las anteriores. En primer lugar, la textura, aunque contiene siempre trozos porfídicos microcristalinos, los fenocristales son tan abundantes, que, en sitios, la preparación parece de textura holocristalina. Por el contrario, las de Masin, cerca de Az-Hasain, tienen textura vítrea y no son tan abundantes los fenocristales. Además, en la roca de Igsasa hay sanidino que no lo hay en las otras, lo que señala para aquélla el paso a la riolita.

Las rocas de este grupo son grises o pardas y tienen poca densidad como se puede apreciar por los resultados siguientes:

Subida de Az-Hasain .....	1,38
Arroyo Masin, junto a Sidi Embarek.....	1,36
Igsasa.....	1,97

Resultando una media de 1,57 muy distante de la densidad de las rocas que hemos considerado anteriormente, y también muy inferior a la densidad de las dacitas típicas de otros países.

La muestra analizada dió el siguiente resultado: sílice, 71 por 100; de alúmina, 16 por 100; óxido ferroso, 1,85; cal, 3,50; magnesia, 0,48; sosa, 2,14; ácidos fosfórico, carbónico y potasa, pequeñas cantidades, y agua, 4,55 por 100. Por la sílice parece corresponder a un tipo de roca comprendido entre riolitas y dacitas.

Respecto a la edad de estas rocas, ya hemos dicho en el lugar correspondiente que no podemos fijarla de un modo concreto; pero atendiendo a su modo de yacimiento, nos inclinamos a creer que debe ser su erupción anterior a la del Gurugú y de edad plasciense.

Además de las rocas englobadas en los cuatro subgrupos anteriores, hay dos rocas que no encajan en ninguno de ellos y que,

sin embargo, deben formar parte del grupo andesítico. Una es la roca de Aumal y otra la de la hondonada del Gurugú. La primera la hemos clasificado con dudas de lamprofiro micáceo, y la segunda de diabasa, y han sido descritas con todo detalle en el lugar correspondiente. Ambas obedecen a un accidente en la cristalización del magma. La densidad de la diabasa, es 2,62, casi igual a la de las andesitas del Gurugú, lo que parece confirmar que ambas son debidas al mismo magma.

**Síntesis del grupo andesítico.**— Como resumen de todo lo manifestado referente al grupo andesítico, a continuación damos un cuadro con las divisiones que hemos hecho y el fundamento de ellas. Bien entendido que estas divisiones tienen sólo por objeto orientar al lector en el estudio de las rocas hipogénicas de Marruecos.

He aquí el cuadro:

Grupo andesítico (Textura porfiroide. Roca con predominio de plagioclasas).	Andesitas, propiamente dichas. Textura pilotásica y hyalopilitica. (Plagioclasa, Labrador andesina).....	Piroxénicas....	} Textura pilotásica. Presencia de piroxeno.
		Micáceas.....	
		Feldespáticas ..	} Textura hialopilitica o felsítica, sin elementos ferromagnésicos.
	Traquiandesitas (Textura traquítica, oligoclase ó andesina, presencia de sanidino)...	Feldespáticas ..	
		Micáceas.....	} Con biotita.
	Obsidianas andesíticas (Textura vítrea. Escasos fenocristales)....	Feldespáticas ..	
		Micáceas.....	} Con biotita.
	Dacitas. Plagioclasa. Oligoclase o andesina.		

Es preciso para estudiar las relaciones de las rocas andesíticas con las rocas eruptivas semejantes de otros países, considerarlas en globo, pues todas ellas, y creemos también que las dioritas, deben su aparición a los mismos fenómenos geológicos, todas marcan fracturas y movimientos tectónicos de la misma índole, ocurridos durante el proceso de una misma conmovición que, por su importancia, ha necesitado para su desarrollo un largo transcurso de tiempo. Las diferencias que presentan las rocas son debidas en gran



parte a que, por efectuarse las erupciones en distintas épocas, variaron los elementos del magma que salieron a la superficie y las condiciones físicas en que la solidificación de las rocas se ha efectuado.

No se puede, por tanto, al definir una erupción de esta índole, dar importancia excesiva a la composición de las rocas; hay que fijarse en caracteres de conjunto, como es el predominio de los feldespatos en estas rocas, y en ciertos detalles, que con frecuencia repetidos, muestran un mismo origen magmático. Yo creo que el encontrarse siempre de un modo tan perfecto la extinción zonar de los feldespatos en todas las andesitas y dioritas de Guelaya, el que esos mismos minerales presenten las maclas siempre semejantes, el que existan en todas las rocas, con raras excepciones, los mismos minerales accesorios, apatita y esfena, son caracteres de las rocas que demuestran las afinidades de unas con otras y su mismo origen magmático mucho mejor que el fijarse si en su composición entra piroxeno o anfíbol. Ateniéndonos a estas ideas, creemos que las dioritas y andesitas de Guelaya, sobre todo estas últimas, forman una provincia geológica bien determinada, puesto que parecen presentar el aire de familia de que hablamos al principio de nuestro trabajo micrográfico.

Las andesitas de Guelaya presentan afinidades y analogías con otras muchas rocas de Argelia y de Europa. En Argelia, paralelamente a la costa, se presentan varios manchones de rocas terciarias. Al Oeste de Argel se presentan microgranulitas y liparitas (1) que recuerdan por alguno de sus caracteres las rocas ácidas de Guelaya; pero en donde la semejanza con nuestras rocas es más grande, es al Oeste de Orán, en las que forman los manchones de Tifarouine e Islas Hadibas. Conviene hacer presente que entre las rocas de estos asomos y los de las liparitas del Este de Argel hay manchones pequeños y aislados de rocas hipogénicas terciarias que demuestran cierta continuidad en la aparición de éstas en una faja próxima y paralela a la costa.

(1) Vamos a prescindir en este resumen de enumerar ciertas rocas terciarias, como granitos y dioritas, por poder ser tema de discusión su origen. Nos limitaremos a las rocas incluidas por nosotros en el grupo andesítico.

El volcán de Tifarouine ha sido estudiado por Gentil en su libro, tantas veces citado, de la cuenca de Tafna. Él divide las andesitas de Tifarouine en tres grupos: andesitas con piroxeno, con biotita y con anfíbol. Nosotros sólo hemos hecho los dos grupos primeros, pues al anfíbol lo hemos encontrado indistintamente en los dos grupos, pero en cambio hemos englobado otras rocas que allí no han sido halladas. Los caracteres de las andesitas son casi idénticos a los de Guelaya, con la diferencia de que allí se presenta el piroxeno hyperstena como mineral importante, y nosotros, en cambio, hemos encontrado, fijándonos en el signo y policroísmo, el piroxeno enstatita. En Bled Chaaba se citan riolitas. En las islas Hadibas se presentan andesitas, riolitas y dacitas muy parecidas a las de Marruecos. En el macizo de Mzaita, en Yebel Touila, se encuentra una andesita con piroxeno y enstatita con mucha semejanza con las de Guelaya y Cabo de Gata en España y a las que se ha atribuido edad pliocena (1). Por consiguiente, la erupción del Guelaya tiene semejantes en Argelia, y parece que todas ellas deban ser motivadas por los mismos fenómenos geológicos.

En el Sur de España también se presentan rocas del grupo andesítico que guardan semejanza con las de África. En las erupciones del cabo de Gata existen, según Calderón (2), traquitas y andesitas, que corresponden a nuestros subgrupos traquiandesitas, dacitas, andesitas piroxénicas, andesitas micáceas. Además considera un subgrupo de andesita anfibólica que nosotros hemos suprimido. Las andesitas españolas presentan los mismos caracteres que las de Guelaya, abundancia de cristales de feldespato con extinción zonar y con maclas perfectas; biotita abundante y con frecuencia apatita. Allí, sin embargo, se presenta el granate que nosotros no hemos encontrado. Esta banda andesítica del cabo de Gata tiene una dirección Sudoeste a Nordeste, una longitud de 30

(1) *Carte Géologique de l'Algérie.—Étude sur les roches éruptives*, par M. M. J. Curle et G. Flamand, pág. 52.

(2) «Estudio petrográfico sobre las rocas volcánicas del cabo de Gata e isla de Alborán», por D. Salvador Calderón. (*Bol. del Inst. Geol.*, t. IX).

a 40 kilómetros de largo y siete de ancho. Al Noroeste del cabo en la misma provincia de Almería, hay varios asomos eruptivos modernos constituídos por rocas análogas a las del cabo de Gata y en medio de terrenos sedimentarios, siendo entre ellos el más importante el situado entre Carboneras y Valdemaces.

Donayre (1) considera las erupciones del cabo de Gata posteriores al plioceno, fundándose en que ha visto los estratos correspondientes a este terreno plegados a consecuencia de los movimientos que ocasionaron las erupciones. Nosotros, sin atrevernos a discutir tan autorizada opinión, se nos ofrece la duda de si esos bancos plegados corresponden al plioceno inferior y entonces pudo ser la erupción del plioceno medio y superior como en Guelaya.

En la isla de Alborán predominan las andesitas con augita, es decir, las características del Gurugú. Por consiguiente, parece que la unión de los cordones eruptivos de Argelia, Guelaya y Almería se hace por esta isla.

Las manchas eruptivas modernas siguen la zona de Vera, es decir, que la línea que marca las erupciones andesíticas, que tenía dirección Noroeste-Sudoeste en cabo de Gata, se acerca más a una dirección meridiana al entrar en la provincia de Murcia. En esta provincia (2) las andesitas y traquitas siguen al Norte hasta Mazarrón, pero luego se inflexiona la banda eruptiva al Este, y pasando al Oeste de Cartagena, por La Unión, Cabezo Rajado y Mar Menor, se pierde en el Mediterráneo. Todas las rocas de estos manchones corresponden a nuestro grupo andesítico. Hay dacitas en Cabezo Rajado, andesitas anfibólicas en las regiones metalíferas, andesitas hypersténicas en Mar Menor y andesitas con biotita en las proximidades de Cartagena.

Según Villasante, estas erupciones atraviesan el tortoniense superior y son también posteriores a la base lagunar del Pontico,

(1) «Descripción geológica de Almería», por F. Donayre (*Bol. del Inst. Geol.*, t. IV, pág. 400).

(2) «Criaderos de hierro de Murcia» (*Memorias del Inst. Geol. de España*, pág. 315).

atribuyéndolas edad pliocena. El Sr. Pie (1) dice que en Herrerías de Cuevas las liparitas han levantado a las margas pliocenas.

Resulta, por tanto, que las erupciones andesíticas de Almería y Murcia son pliocenas, o sea efectuadas durante el mismo período que las de Guelaya.

En las islas Baleares vuelven a aparecer los manchones de rocas básicas, afines a las andesitas. Los Sres. Vidal y Molina (2) han encontrado andesitas anfibólicas en la isla de Ibiza. Los señores Vidal y Adán de Yarza (3) citan varias porfiritas en la isla de Mallorca que tienen un gran parecido con las andesitas. Los señores Fouqué y Levy (4) citan en la isla de Mallorca unas andesitas con sanidino y unos melafiros andesíticos y labradóricos, y en la isla de Menorca, en Ferragut, una porfirita andesítica. La edad de estas erupciones en las islas Baleares, ni unos ni otros han podido determinarla. Estos pequeños asomos andesíticos parecen demostrar que el cordón eruptivo de Murcia tiene su continuación en las islas Baleares.

La prolongación de las manchas eruptivas de las Baleares parece encontrarse en las riolitas de la isla de Cerdeña y luego en los asomos traquíticos de Toscana, en donde los de monte Amiata tienen mucho parecido con el grupo traquiandesítico del Norte de África. Por el Sur debe unirse la mancha traquítica del monte Olíbano, cerca de Nápoles, con la riolítica de la isla Pantelaria, situada al Sudoeste de Sicilia, con la traquita de la isla Galita y con las citadas manchas de la Argelia, cerrando así el perímetro.

Como se ve, los asomos andesíticos marcan la forma del Mediterráneo occidental, constituyendo un circo de fuego análogo al que forman también las rocas andesíticas en el Pacífico entre las

(1) «Estudio sobre los criaderos de hierro y plomo de Levante de España» (*Revista Minera y Metalúrgica y de Ingeniería*, año 1892).

(2) «Reseña física y geológica de Ibiza y Formentera» (*Bol. del Inst. Geol.*, t. VII).

(3) «Examen microscópico de varias muestras de rocas eruptivas recogidas por D. Luis Mariano Vidal en la isla de Mallorca», por D. Ramón Adán de Yarza (*Bol. del Inst. Geol.*, t. VI).

(4) «Geología de las islas Baleares, Mallorca y Menorca», por Henri Hermite (*Bol. del Inst. Geol.*, t. XV).



costas americanas y asiáticas, y muy análogo al de la planicie de Hungría (1), cuyo movimiento debió ser contemporáneo del ocurrido en el Mediterráneo.

Representan estas líneas hundimientos ocasionados en el Mediterráneo, y creemos que los del grupo andesítico debieron ocurrir, en lo que a las costas africanas y españolas se refiere, en el plioceno, y fueron debidos a varios movimientos repetidos, siendo seguidos después por otros cuaternarios que dieron lugar a la erupción de rocas del grupo basáltico, que en seguida vamos a estudiar y que variaron la orografía que habían determinado las andesitas.

**Grupo basáltico.**—En este grupo están comprendidas todas aquellas rocas constituidas esencialmente por un plagioclasa básico, augita y olivino y por una pasta de textura pilotáxica formada por feldespatos y elementos ferromagnésicos. Tienen, por tanto, en la mayoría de las rocas de este grupo, predominio los elementos coloreados; en cambio, en las restantes rocas modernas lo han tenido los feldespatos.

La textura es la típica de los basaltos, en la mayoría de los casos; pues presenta la pasta microcristalina sin partes vítreas y con los elementos muy entrecruzados. En algunos no hay apenas fenocristales, y en otros éstos abundan mucho, hasta constituir un tránsito a la dolerita. Dentro de este grupo se pueden hacer dos subgrupos: uno, con olivino abundante y con bastantes fenocristales, y otro, en que apenas existe olivino y en que los microlitos de feldespato labrador se mezclan en la pasta con la augita, constituyendo casi toda la roca, pues escasean mucho los fenocristales. Nosotros, por comparación con rocas de Argelia, designamos a las de este último subgrupo con el nombre de labradoritas.

He aquí la distribución geográfica de este grupo:

Basaltos, propiamente dichos...	}	Sidi Salem en el camino de Zoco el
		Yema de Mazuza. Entre Gurugú y Atalayón, Río de Oro e Idun.
Labradoritas.. .. .		Meseta Zoco el Had.

(1) Suess: *La face de la Terre*, t. I, pág. 306.  
368

La roca de Idun, por su escasez de olivino, marca el paso de los dos subgrupos. La roca de Sidi Salem es la que representa el paso a la dolerita, pues sólo tiene algunos restos porfídicos.

Los basaltos son de color negro, sumamente duros y resistentes, y algunos de ellos presentan vacuolas, a veces llenas de calcita. Las rocas, cuya densidad hemos determinado, son las siguientes:

Entre Atalayón y Gurugú.....	2,79
Sidi Salem.....	2,84

Media de estos basaltos 2,81, o sea aproximadamente, la que suelen tener esta clase de rocas. La labradorita de Zoco el Had, por ser roca algo más feldespática, tiene de densidad 2,33.

La composición química de los basaltos es muy variable. La muestra recogida en la manchita situada entre el Gurugú y el Atalayón, ha dado el resultado siguiente:

Ácido silícico.....	49,44
Alúmina.....	15,04
Óxido ferroso.....	11,24
Cal.....	8,72
Magnesia.....	6,13
Sosa.....	4,90
Ácido fosfórico.....	0,30
Ácido carbónico.....	0,68
Agua.....	2,77

No se separa mucho de la composición media de los basaltos, aunque parece indicar que es un poco más feldespático que la mayoría de ellos.

Resultan los basaltos un grupo bien definido, cuya edad es posterior a la de las andesitas, pues entre el Atalayón y el Gurugú se ve perfectamente que la colada circula encima de las andesitas. Aunque no con tanta claridad, se ve el mismo fenómeno en la cuenca del río de Oro. Hemos visto encima de los basaltos un banco con pernas que nos parece correspondiente al plioceno superior, lo que nos mueve a creer que de esta edad fueron las erupciones basálticas. Por la forma de presentarse, la roca debió salir a la superficie por muchos sitios a la vez de un modo tran-

quilo y señalando el borde de un hundimiento, sobre el que han hecho consideraciones muy interesantes los Sres. Valle y Fernández Iruegas. Este hundimiento, que trajo consigo el desgaje del Gurugú y muchas fallas en los macizos montañosos comprendidos entre el Gurugú y el Muluya, produjo también el levantamiento del borde occidental de las mesetas de Tlat y Beni Faklan. Este fenómeno ejerció influencia en la textura íntima de las rocas de estas mesetas, pues aparecen los feldespatos, aunque químicamente nada alterados, rotos, resquebrajados, y la biotita retorcida y curvada, como si hubieran sido objeto una y otra de grandes presiones, de un metamorfismo dinámico.

En Argelia los basaltos se presentan cerca de la costa todavía más próximos al mar que las andesitas. Al Este de Argel, en Cabo Djinet, se encuentran labradoritas, y al Oeste hay varios asomos en Perregaux, Nemours, Yebel Fellaoucen, Tafna, Coudia Besam y Ain Temoucherit. Parte de estos basaltos se consideran anteriores al plioceno, otros del plioceno y otros cuaternarios. En Tafna, según Gentil, los hay del mioceno medio y otros cuaternarios, éstos muy parecidos a los de Guelaya. En Coudia Bessam se ven basaltos atravesar a las traquitas y en Perregaux hay basaltos postpliocenos. La erupción basáltica, considerada como cuaternaria por los geólogos franceses, debe ser correspondiente a la misma erupción del Guelaya, solamente que nosotros, por la razón ya apuntada, la consideramos del final del plioceno. Resulta, por tanto, que los basaltos modernos parecen seguir una línea más cerca del mar que las andesitas y que marcan otra factura distinta, como se aprecia en el Gurugú.

En España las rocas del grupo basáltico también se encuentran, aunque correspondiendo a tipos muy diferentes, algunos muy extraños y, en general, escasos. En Cuevas de Vera se cita una roca muy singular, denominada Verita, y en Murcia otra, denominada Fortunita, pertenecientes ambas al grupo basáltico, por la preponderancia del olivino. En Murcia también se citan basaltos algunos nefelínicos, en los parajes Media Legua, Puerto del Judí y Fuente Vieja, a nueve kilómetros al Oeste de Cartagena. En 1

isla de Alborán se citan rocas con olivino. En la isla de Mallorca se citan melafiros, con peridoto abundante, y basaltos en Vignolas, cerca de Sóller.

Es decir, que las manifestaciones basálticas en España son escasas (1), pero se encuentran siempre inmediatas y próximas a las andesitas y en relación con ellas. Respecto a su edad, se aprecia perfectamente en Cuevas de Vera que la verita es posterior a los depósitos pliocenos, es decir, que deben tener la misma edad que los basaltos de Guelaya.

En Italia y Sur de Europa, los basaltos modernos tienen generalmente elementos feldespatoideos, y parecen ser algunos de ellos de composición parecida a los citados en Murcia.

Guardando semejanza con las rocas englobadas en este grupo, así como también con las andesitas anteriormente descritas, hay rocas en dos regiones, no muy distantes de la zona estudiada en este trabajo, que son las de Auvernia, en Francia, y las islas Canarias. En los trabajos sucesivos insistiremos sobre esta semejanza.

Por tanto, las rocas basálticas, en las costas occidentales del Mediterráneo, se presentan formando manchones pequeños que, unidos por una línea, envuelven al referido mar, y sigue próximamente el mismo recorrido que la línea que une las manchas andesíticas, tal vez más cerca del mar e indicando una fractura más moderna, que las andesitas ya constituidas. Representan, por tanto, los basaltos, como las andesitas, hundimientos del Mediterráneo, como se comprueba al Este del Gurugú. Claro es que también habrá habido hundimientos, sin que hayan seguido manifestaciones eruptivas, y tal vez el que formó el Estrecho de Gibraltar haya correspondido a esta clase.

**Notas finales.**—Como resultado de todo lo arriba manifestado, conviene hacer presente que las rocas basálticas, andesíticas, peridotíticas y ofíticas aparecen en manchones, cuyas líneas de unión forman en las zonas costeras del Mediterráneo, africanas

(1) Es muy posible que existan muchas erupciones basálticas, cubiertas por el mar, en las costas españolas.



y españolas, arcos casi paralelos y concéntricos, cuyo orden es el siguiente: más cerca del mar, los basaltos; inmediatamente después las andesitas. Siguen a éstas por el eje de la sierra las peridotitas y, por último, las ofitas, las más lejos del mar, en la vertiente occidental de la sierra. Indica esta situación relativa de las rocas hipogénicas, la existencia de una cordillera argelino-rifeño-bética, o sea la existencia del Atlas Mediterráneo.

Estas consideraciones parecen indicar que, aunque los movimientos terciarios, por ser los últimos, hayan sido los que más han influido en dar al Atlas Mediterráneo su actual relieve, no lo formaron ellos solos, sino que otros muchos se sucedieron a través de los períodos geológicos moldeando de muy distinto modo este trozo de la corteza terrestre, y definiendo en éste la existencia de una línea de menor resistencia.

De todas las rocas hipogénicas examinadas en el transcurso del presente trabajo, las correspondientes al grupo andesítico han sido las que parecen tener más relación con la formación de criaderos metalíferos. Toda la zona de Almería y Murcia, atravesada por la banda andesítica es rica en criaderos de hierro, manganeso, plomo, cinc y plata. El oro también es conocido en el Cabo de Gata.

En Guelaya, los criaderos de hierro, plomo y cinc guardan relación con las dioritas, que nosotros hemos considerado del mismo grupo que las andesitas, y que vienen a representar el grupo andesítico anfibólico de otras regiones, resultando una coincidencia en la zona del Mediterráneo occidental que conviene hacer notar, y es que los criaderos minerales se presentan con preferencia en relación con las rocas anfibólicas.

Para terminar, haremos otra vez constar que estos estudios sólo son avances de otros más detenidos, y tienen por objeto interesar a personas, más competentes que nosotros, sobre los problemas geológicos que hay planteados en Marruecos, ofreciéndoles unos datos que no tienen otro mérito que el estar vertidos en las cuartillas con toda sinceridad.

## ESTUDIOS HIDROGEOLÓGICOS

EN LAS PROVINCIAS DE

# ALICANTE Y MUROIA

POR

D. Enrique Dupuy de Lôme y D. Pedro Novo y Chicarro.

**ESTUDIOS HIDROGEOLÓGICOS**  
EN LA  
**PROVINCIA DE ALICANTE** (1)

---

El Presidente de la Cámara Agrícola de Alicante acudió, en enero de 1914, ante el Ministro de Fomento, solicitando que por los Ingenieros del Estado se hicieran los estudios geológicos necesarios para el alumbramiento de aguas en varios términos de la provincia, principalmente en los de Petrel, Novelda, Monóvar, Pinoso, Hondón de las Nieves, Orihuela y Crevillente.

Trasladado el expediente a informe del Instituto Geológico, el Director del mismo ordenó a los Ingenieros que subscriben que visitasen las comarcas objeto de la instancia presentada por la Cámara Agrícola de Alicante, y después de reunir sobre el terreno los datos y antecedentes necesarios, formularsen el dictamen correspondiente. Quedan anotadas en esta Memoria nuestras observaciones.

Las comarcas objeto de nuestro estudio se hallan comprendidas en la llamada *zona seca* de la provincia de Alicante, pues si bien en toda la región extrema Sureste de la Península el clima es muy seco, se hace sentir la sequía con mayor intensidad en una zona comprendida entre la costa, desde el Cabo de la Nao al Cabo Sacratif, y el borde de la planicie castellana (sierras de Alcaraz y Segura), zona de la cual corresponde a Alicante un triángulo, cuyos vértices son El Pinoso, Cabo de la Nao y Torrevieja.

---

(1) Véase el mapa geológico de la provincia de Alicante publicado en el *Boletín del Instituto Geológico*, tomo XVI, segunda serie.



Tres causas determinan las condiciones climatológicas de la que hemos llamado zona seca; la primera, puramente geográfica, es su situación al pie de las grandes sierras que, a modo de barreras, la limitan por el Norte y el Oeste, y detienen las nubes procedentes del Atlántico, principal origen de las lluvias, que son arrastradas por los vientos del tercer cuadrante predominantes en la región. La segunda causa es accidental, pues se ha observado que, en períodos de diez años se suceden las lluvias y las sequías causadas estas últimas por la insistencia de una circunstancia climatológica que se repite sistemáticamente: en el caso actual, el predominio de los vientos del Oeste. La tercer causa es, a nuestro entender, la tala de los bosques practicada en los últimos decenios, y en algunos sitios aun más recientemente; las sierras desprovistas de vegetación, y caldeadas por los rayos del sol, impiden la detención de las nubes y su resolución en lluvia, lo que explica el que la sequía actual sea mayor que las periódicas anteriores.

Tales son las causas que determinan el carácter climatológico de aquella región, de la cual, a pesar de las sequías persistentes que padece, nunca se ha hecho un estudio hidrológico completo; esto no obstante, es tal la necesidad de alumbrar aguas subterráneas, que los particulares y diferentes Sociedades fundadas al objeto no han dudado en gastar grandes sumas en labores de investigación, hechas las más de las veces sin plan y sin base científica alguna.

Los términos cuyo estudio es objeto de la presente Memoria los hemos reunido en dos grupos, teniendo en cuenta su situación geográfica y condiciones geológicas; el primer grupo comprende los del Pinoso, Monóvar, Novelda y Petrel; el segundo, los del Hondón de las Nieves, Orihuela y Crevillente.

El primer grupo abarca la región situada entre las sierras de Salinas al Noroeste, la de Peñarrubia al Norte, la del Cid y sus estribaciones al Este y las del Rollo, de la Madera y de Crevillente, formando una cuenca, por cuyo fondo pasa el río Vinalapó. Geológicamente, esta región está formada por el terreno terciario, rodeado de montañas cretáceas y jurásicas. El triás no aparece

más que en algunos puntos aislados, sobre todo en el eje de la cuenca, que viene a coincidir con el curso del citado río.

El segundo grupo está formado por dos comarcas distintas, geográfica y geológicamente, pero que para nuestro estudio tienen tan íntima relación que no deben separarse. Por una parte el macizo montañoso que se extiende al Norte de Crevillente, constituido por terrenos jurásicos y cretáceos, y por otra la planicie que se extiende desde Elche hasta Orihuela, formada por terrenos recientes, que ocultan al terciario que sólo se muestra en un borde levantado sobre el secundario, y forma en algunos puntos verdaderas sierras, como las de la Murada y Crevillente.

Este terreno está cortado en todas direcciones por repetidos asomos de la formación triásica.

La hidrología subterránea de un país se halla tan íntimamente relacionada con la estructura geológica del mismo, que para llevar a efecto un estudio serio de la hidrología es absolutamente necesario que vaya precedido del conocimiento, lo más completo posible, de la geología y estratigrafía detallada de la región.

Considerada en conjunto la geología de la provincia, observaremos que de Sur a Norte se va presentando la serie sucesiva de los terrenos con gran regularidad, pues el cuaternario, que ocupa grandes extensiones de la parte meridional, se apoya sobre el plioceno de la Sierra de Santa Pola, y éste a su vez sobre el mioceno, al cual sirve de asiento el eoceno de la costa vecina a Alicante. Debajo del numulítico se encuentra el cretáceo, que se extiende hacia el Norte, apoyado sobre el cretáceo inferior, que forma el límite con la provincia de Valencia.

Es decir, que si no hubiese habido trastornos ocasionados por los movimientos del suelo, el triángulo que forma la provincia de Alicante podría rellenarse en esquema geológico, marcando como cuaternario el extremo Sur, y por fajas paralelas, orientadas de Nordeste a Suroeste, todos los demás terrenos, desde el plioceno hasta el cretáceo inferior, correspondiendo a este último la faja que se ajusta al lado Norte del triángulo.

Mas los repetidos trastornos ocurridos en distintas épocas

geológicas han revuelto de tal modo los terrenos, que el cretáceo viene a cortar por su eje a la faja numulítica del centro de la provincia; el cretáceo inferior aparece también en algunos sitios asomando bajo el cretáceo, como ocurre en la comarca comprendida entre las sierras de San Pascual y de Foncalent y en el fondo de los curiosos circos denominados Recó de Cortes y Recó Ample, mientras que se muestra completamente aislado en la Sierra Helada.

De la misma manera el numulítico asoma a través del mioceno, principalmente en la gran mancha que rodea por el Oeste los llanos de Monóvar y Novelda, y el mioceno, a su vez, aparece en la parte Norte, en diferentes manchones independientes de la faja meridional antes citada.

La formación jurásica sólo se encuentra al Oeste de la provincia como un trozo desgajado de los grandes macizos del centro de la de Murcia.

Por lo que se refiere al triásico, consignaremos que allí donde no hay grandes macizos montañosos, en los barrancos profundos, y muchas veces en gran longitud en los cauces de los ríos, aparecen las margas de la parte alta del sistema acompañadas por grandes masas de yeso y a menudo por asomos ofíticos.

Son tan constantes los asomos triásicos diseminados por toda la provincia que bien puede afirmarse que, a mayor o menor profundidad, el subsuelo de ésta se halla formado por el triás, representado, no sólo por los depósitos margosos, sino también por las calizas infrayacentes, que sólo forman masas importantes en las sierras de Orihuela y Callosa.

**Condiciones hidrológicas de las distintas formaciones geológicas.**—En el cuaternario se presenta el agua en mantos correspondientes a diversos niveles acuíferos, determinados por la intercalación de capas de arcilla entre los aglomerados y conglomerados que forman este terreno. El agua que contiene procede casi siempre de la llovada directamente sobre él; esta es el agua freática que se encuentra siempre cerca de la superficie impregnando el terreno permeable y con caudales, por lo general, muy reducidos. Pero la importancia hidrológica del cuaternario estriba

principalmente en que en su contacto con los terrenos infrapuestos recoge grandes caudales de las venas acuíferas de los mismos dando así lugar a que en el cuaternario se encuentren los manantiales más caudalosos de la provincia, tales como los de Aspe, Villena, Cocentaina y Denia.

Los terrenos plioceno y mioceno únicamente pueden dar agua cuando forman cuenca. En su base se encuentran las margas que forman un horizonte impermeable por debajo de las molasas y conglomerados del nivel superior, dependiendo los caudales que pueden obtenerse en cada caso, de las condiciones climatológicas locales.

En las sierras eocenas y cretáceas hay multitud de fuentes que nacen en las grietas de las calizas o en el contacto de esta roca con las margas, circunstancia que nos ha servido de base para indicar los sitios donde convendría hacer nuevos alumbramientos.

La única mancha jurásica que existe en la provincia, la de la Sierra de Crevillente, es de composición muy homogénea; toda ella está formada por potentes masas de caliza, y así resulta que no presenta horizontes de rocas impermeables, por lo cual es muy pobre en agua.

Las calizas del triásico, que en todas partes se presentan trastornadas y llenas de grietas y oquedades, son muy á propósito para contener las aguas; por otra parte, las masas de yeso que las acompañan sirven de dique, y así se observa constantemente que en los manantiales relacionados con los asomos triásicos, las aguas son por lo general amargas o saladas.

## PETREL

**Estudio geológico.**—Petrel se halla situado en el terreno mioceno marino que bordea por el Oeste la Sierra del Cid. Teniendo en cuenta su altitud respecto a la vega que lo rodea, y, sobre todo, respecto del valle del río Vinalapó, concretaremos nuestro estudio, en lo que se refiere a la hidrología subterránea, a las formaciones cuyas aguas descienden de la Sierra del Cid y sus



estribaciones y de la cuenca del barranco de Pusa, únicos parajes que dominan la vega de Petrel (lámina 11).

La Sierra del Cid, está constituida en su cima por calizas blancas y anteadas del cenomanense, debajo de las cuales se presenta un gran espesor de margas, pertenecientes unas a este último tramo, y albenses las infrayacentes. Inferiores a éstas se encuentran las calizas y margas neocomienses que solamente afloran en el collado de la Madraba (unos cuatro kilómetros al Nordeste de Petrel). En conjunto, la Sierra del Cid forma una extensa bóveda, pues si bien las calizas de su cima se levantan en sus bordes y dibujan con gran claridad lo que se llama Silla del Cid, observada la formación más en grande, puede notarse que los estratos buzan sucesivamente en cada una de las laderas hacia Petrel por la Partida de Pozo Blanco y hacia la Vega de Agost por la Partida de Tarrac. Sólo se levantan los estratos al Norte para dejar al descubierto, como dijimos, la formación del cretáceo inferior del Collado de la Madraba. Tal es, en términos generales, la constitución geológica de la sierra, si bien es variadísima en sus accidentes, hallándose además la bóveda antes citada, partida hacia Petrel por el barranco de los Chaparrales.

Si faldeando esta sierra se remonta el barranco de Pusa, que termina en la vega de Petrel, se salva el borde del mioceno, en esta parte no bien claro y definido, sino trastornado y corroido por las erupciones sulfurosas que formaron los yesos. Las masas de margas abigarradas con yesos ocupan en toda su anchura el barranco de Pusa, donde éste se une al de la Madraba. El barranco de la Madraba que es de dos vertientes, hallándose la divisoria de aguas a Petrel y Agost en el Alto de la Madraba, separa en esta parte la Sierra del Cid de una fajita eocena que, con algunas inflexiones, se dirige con rumbo Noroeste hacia la Peña de Catí, y forma los picos de los Castellarets, Perriot, etc. Toda esta zona está cortada por muchos barrancos, de los cuales el principal es el que procede del antiguo pantano atribuido a los árabes.

El barranco de Pusa se puede dividir geológicamente en dos

partes, perfectamente distintas; una inferior y otra superior al Salto del Molino. En la formación terciaria se pueden distinguir tres niveles, uno inferior de margas, otro medio de calizas y otro superior y de mucha potencia, también de margas.

De estos tres niveles, el más constante es el inferior, pues lo mismo se observan las margas que lo forman en la parte baja del barranco, que en el contacto con el eoceno de los Castellarets, o por detrás de las sierras que limitan la cuenca. El nivel medio o de calizas es sumamente variable, tanto en potencia como en la textura de la roca. Las capas son poco potentes y muy tableadas en el Salto del Molino, gruesas y cristalinas en la Sierra del Caballo, especialmente en los Altos de Cárdenas, y de gran regularidad en todas las montañas de la orilla izquierda del Pusa. La roca en general ofrece dos tipos distintos: caliza dura compacta en el tramo inferior, y caliza amarillenta, algo sabulosa, con gran número de ostras y pectenes, el verdadero tipo de la molasa miocena, en el tramo superior.

Las margas del nivel más alto forman el relleno del fondo de barco de las calizas miocenas, y su espesor es de poco más de 50 metros. La parte del barranco, inferior al Salto del Molino, está excavada en las margas del nivel inferior, que aparecen trastornadas y rotas por los yesos que acompañan a la formación triásica cercana.

Las margas tienen gran espesor y ningún nacimiento se presenta en ellas; algunas obras ejecutadas con el objeto de alumbrar aguas, han dado un resultado casi nulo, y la poquísima cantidad de líquido que se ha obtenido es amargo y de todo punto impotable, como podía suponerse dada la gran cantidad de yesos que acompañan a la roca en este paraje.

El salto del Molino es un escalón formado en el cauce del barranco por la presencia de las calizas del nivel medio que, apoyadas en aparente discordancia sobre las margas, forman con sus estratos, muy tableados y tendidos, una pared de unos 15 metros de altura sobre el fondo del barranco. En este lugar y sus inmediaciones, en las capas de caliza, despegadas en algunos puntos de

las margas subyacentes, existen algunas fuentes naturales. La única importante es la llamada de La Señora.

Aguas arriba del Salto del Molino se observa desde luego que el barranco de Pusa ocupa una cuenca hidrológica y acaso artesiana, muy bien marcada. Forman el vaso de esta cuenca las calizas del nivel medio; el lecho impermeable que lo cierra por debajo las margas del nivel inferior, y la cubierta superior, también impermeable, las margas del nivel superior que rellenan el fondo de barco.

La cuenca de Pusa está orientada de Sur-Suroeste a Nor-Nordeste y abierta por el lado correspondiente al Salto del Molino, circunstancia que motiva el que no se pueda clasificar con certeza como artesiana. El eje de la cuenca va elevándose progresivamente con dirección al Nor-Nordeste, al propio tiempo que la formación margosa del nivel superior.

Limitan la cuenca: por el Oeste, la Sierra del Caballo, donde las calizas miocenas tienen gran potencia y forman un anticlinal hacia el collado de Charpa o más en general hacia el barranco de Caprala. Se presentan muy tendidas en el Alto de Cárdenas, dejando asomar por debajo las margas del nivel inferior; desaparecen casi por completo en los collados de Peret y de Manuel, y vuelven a levantarse en la Loma Grosa, y, más retiradas, en los Altos de Peret y de las Hermosas; buzan hacia Suroeste en la del Escaló, que limita la cuenca por el Nordeste, y en esta sierra y en las del Fraile y Umbría de los Cantareros, que contornean la cuenca por el Este, las calizas que buzan hacia el interior, presentan un salto de gran altura sobre la Hoya de Castalla y sobre las partidas de Planices y del Pantano. En este salto, que forma un arco cuyo punto medio es la Peña del Fraile se ve el horizonte de las calizas formando un saliente y debajo las margas del nivel inferior. Por el pie de este corte pasa el barranco del pantano, desde cuya orilla izquierda en los Altos de Saleras, Perriot, etc., pierde la cuenca su regularidad, pues en esta parte (cercañas del Salto del Molino) se presentan los yesos que tanto han trastornado la formación.

A causa de la gran sequía padecida en estos últimos tiempos, se han emprendido en esta cuenca obras, con el objeto de proporcionar agua para el riego, pero ninguna de ellas ha tenido feliz resultado.

En la fuente llamada de La Señora, así como en la del barranco de Caprala, no se han tenido que hacer trabajos de alumbramiento, pues el agua brotaba naturalmente. El captado de la escasa cantidad de agua que procede del antiguo pantano, se limita a un pequeño drenaje hecho en la misma presa de aquél.

Las dos obras que por su importancia merecen especial mención son, el socavón de las aguas del pueblo y el de la Sociedad «La Bienvenida».

Algo más de un kilómetro al Norte del Salto del Molino está la galería de las aguas del pueblo, perforada en las margas del nivel superior. Entre las obras ejecutadas antiguamente y las más modernas, suma una longitud de 424 metros, pero no ha alcanzado el nivel de las calizas, aunque sí un nivel de margas, algo más compactas que las que se observan en la superficie y que son tránsito a calizas. Se puede señalar en esta galería un defecto común a todas las obras análogas efectuadas en la región; en lugar de tener sólo la pendiente necesaria para que el agua corra con facilidad, tienen una pendiente excesiva, de manera que cuando las capas están muy tendidas, no alcanzan o tardan mucho en alcanzar las capas inferiores, que en muchos casos como el que referimos, son las permeables por donde discurre el agua.

Las obras de La Bienvenida constan de un largo socavón que tiene su boca en las proximidades del antes citado y se compone de varios tramos, que suman en total 800 metros de longitud. El mismo exceso de pendiente presenta este socavón que el del pueblo, y además sigue la formación margosa, de la cual no han salido sus labores, observándose en los escombros de sus pozos que han alcanzado las margas calíferas duras de que antes se hizo mención.

**Conclusiones.**—1.<sup>a</sup> En la Sierra del Cid podría esperarse



hallar algún nacimiento de agua, en el contacto de las calizas cenomanenses que forman la cumbre, con las margas inferiores y también en las calizas del cretáceo inferior, pero no hay manantial alguno, como tampoco en las calizas cenomanenses de la cumbre que descienden hasta la llanura. No debe tampoco esperarse encontrar aguas en las calizas del cretáceo inferior, ya que su único afloramiento, en el collado de la Madraba, es de pequeñísima extensión.

2.<sup>a</sup> Tampoco es lugar a propósito para alumbrarlas la zona de los Castellarets y el Perriot, puesto que la formación eocena es allí de muy reducida extensión, con los estratos verticales y alternando con el cretáceo y el mioceno en una serie de lomas cortadas por barrancos, donde aflora el triásico con yesos y con múltiples roturas y fallas.

3.<sup>a</sup> La parte inferior del barranco de Pusa o sea la situada por debajo del Salto del Molino, reúne las mismas condiciones desfavorables para la investigación de agua que la zona de los Castellarets.

4.<sup>a</sup> En las inmediaciones del Salto sería problemático el hallazgo del agua, pues en el contacto de las calizas miocenas con las margas que les son inferiores no se presenta otro nacimiento que el de La Señora y éste muy mermado en la actualidad. Cualquier obra efectuada en este paraje, sobre ser larga, costosa y muy expuesta a un desengaño, ofrecería el peligro de modificar el caudal de la mencionada fuente.

5.<sup>a</sup> La parte alta del barranco de Pusa ya hemos dicho que forma una cuenca hidrológica bien definida, aunque de escasa extensión. De no estar en parte abierta por el Sudoeste sería una pequeña cuenca artesiana, y, tal como es, acaso lo sea de aguas ascendentes.

La parte más a propósito para intentar alumbramientos de aguas es la más próxima al Escaló y a la Loma Grossa, y la condiciones más favorables las reunirá el punto que, estando más cerca de las calizas de estas sierras, estuviese lo más bajo posible con lo que tendrían las aguas mayor presión y sería menor el es-

pesor de margas que habría que atravesar para alcanzar las calizas.

6.<sup>a</sup> Es de suponer que los caudales que se consiguieran no serían muy considerables, pues la cuenca, aunque de excelentes condiciones estratigráficas, es de reducida extensión y no recibe más aguas que las de lluvia que directamente caen sobre ella.

7.<sup>a</sup> Las aguas obtenidas en el socavón que surte al pueblo y en el de la Sociedad La Bienvenida pueden aumentarse algo, prolongando las galerías hasta alcanzar las masas calizas del tramo medio del mioceno.

## NOVELDA

**Estudio geológico.**—La mayor parte del término de Novelda está situado en el llano del valle del Vinalapó y lo rodean sierras de distintas formaciones geológicas. El fondo del valle pertenece al terreno cuaternario que tiene espesor muy variable, reducido en muchos sitios únicamente a las tierras de labor, entre las cuales asoman las margas y areniscas rojas del triás. Esta última formación aparece también al descubierto en varios puntos del cauce del río y, en general, en el fondo de todos los pozos perforados en el cuaternario.

A una y otra parte del Vinalapó hay dos fajas miocenas de diferente extensión: la del Oeste, apoyada sobre las sierras eocenas de la Horna y Duaimi y la del Este, sobre las cretáceas del Cid y sus estribaciones. Esta última faja queda interrumpida por los asomos cretáceos de Monte Agudo y de la loma llamada Serreta Larga. La disposición de las capas miocenas en esta mancha es la misma que en las del resto de la región.

Así como las manchas miocenas del Hondón de Monóvar y del Pinoso forman cuencas más o menos bien definidas, la de Novelda presenta múltiples accidentes estratigráficos y cambios de buzamiento, y se halla interrumpida en muchos puntos por asomos de terrenos más antiguos.

Las sierras de la Horna Alta y Horna Baja, prolongación al Sudeste del macizo eoceno del Duaimi, están formadas por mar-

gas que sustentan grandes bancos de caliza con buzamiento general hacia el Nordeste y separan la mancha miocena de Novelda, ya descrita, de la delgada faja del barranco de la Romana, unida por el collado del mismo nombre al mioceno del Hondón de Monóvar.

Al Norte de Novelda está el cabezo de la Mola formado por calizas jurásicas, rodeado por completo por el triásico que se extiende por el centro del valle hasta enlazarse con la mancha de Monóvar.

**Hidrología.**—Al Noroeste de la loma de la Mola, cerca de la carretera de Novelda a Monóvar, había antes de la época de la sequía actual, tres fuentes en un reducido espacio de terreno, las tres con excelentes condiciones de potabilidad. Una de ellas es la de Beties que brota en una larga galería casi al pie de la sierra del mismo nombre, pero al hundirse esta labor, ha disminuído su caudal hasta quedar reducido a un hilo de agua. Existía también la fuente de Caudete de considerable caudal en otros tiempos y hoy seca por completo. Y por último, la fuente de la Reina nacía antes en una grieta de las calizas que afloran en aquel punto apoyadas sobre una masa de margas y yesos triásicos. Pero al empezar la sequía, la fuente disminuyó extraordinariamente de caudal y entonces se hizo un pequeño pozo, volviendo a encontrarse otra vez el agua, y según ha continuado la sequía ha ido bajando el nivel. Actualmente, hay que elevar el agua 11 metros hasta la cañería de conducción.

Las aguas de riego de Novelda proceden de las subálveas del río Vinalapó, que se recogen en el sitio llamado la Jau, cerca de Monóvar. El estudio del mejoramiento de este captado es independiente de nuestro trabajo.

En las margas cretáceas del pie del Monte Agudo, en el siti llamado Pozo del Rullo, se comenzó hace años un sondeo que alcanzó la profundidad de 80 metros sin dar resultado favorable. Como el buzamiento general de las margas es de 45° y su potencia muy considerable, no es fácil que se encuentre agua efectuando sondeos en este punto y de encontrarse es lo probable que el agua no sea surgente.

Entre el Monte Agudo y la Serreta Larga hay dos valles paralelos llamados Cañada de Monte Agudo y Rambleta del Pla, separados entre sí por los cerros de la Chirichola. En la Rambleta del Pla hay abierta en las margas una galería de un kilómetro y medio de longitud que llega hasta el Pla de Lluç al pie mismo de las estribaciones del Cid. Da un caudal de agua muy reducido, y la constitución geológica de esa sierra no hace esperar que fuese fácil obtener un éxito lisonjero, aunque se prolongasen las obras de dicha galería.

En el llano comprendido entre Novelda y Monforte hay una porción de pozos en todos los cuales se encuentra el agua entre los 20 y 30 metros de profundidad, y si bien siempre es impotable, varían sus condiciones para el riego, aprovechándose unas, mientras que otras están tan cargadas de sales, que secan todas las plantas que con ellas se riegan.

En la finca del Barranquet, en la carretera de Novelda a Aspe, nace el agua a 20 metros de profundidad en un manto de guijo cuaternario, pero es de malas condiciones para el riego.

En una finca inmediata hay instalado un motor que eleva el agua de un pozo de 22 metros de profundidad; la calidad del agua es aún peor que la anterior.

A dos kilómetros al Sudoeste de Monforte, en las casas de Cantó, se elevan por medio de un motor 10 litros de agua por segundo. Este agua es de buenas condiciones para el riego, y se ha observado que, de dos galerías de 40 metros de longitud practicadas en el fondo del pozo, la que se dirige hacia el río Vinalapó tiene el agua más salada según se aproxima al cauce.

En el barranco de la Romana, situado entre las sierras secundarias del Rollo, Hofra y Coto, y las eocenas del Duaimi, Horna Alta y Horna Baja, se han hecho muchas investigaciones en busca de agua. Todo el terreno comprendido entre la Romana y Aspe está acribillado de pozos con galerías, entre los cuales merecen citarse los siguientes:

En Alcaná hay un pozo con una galería de 800 metros de longitud, emboquillada a los 17 metros de profundidad; su caudal es,

aproximadamente, de un litro por segundo. Todo el pozo está perforado en margas blanquecinas, y el agua debe provenir de la vecina Sierra de la Hofra.

En la finca de D. Luis Gómez Navarro, al lado del pueblo de la Romana, se está perforando un pozo que alcanza hoy 22 metros de profundidad con un sondeo de 17 metros en su fondo. Únicamente se ha encontrado una pequeñísima cantidad de agua, y como las margas se presentan casi verticales, no es probable que profundizando el sondeo en este sitio se pueda encontrar agua en abundancia.

Hace años, a unos 500 metros al Sudeste de la Romana, hicieron un sondeo de 50 metros sin resultado favorable.

En el estrecho que forma la Sierra de Duaimi con la de la Cova-Fría se ha comenzado por una Sociedad de Novelda la perforación de un pozo en una masa de yesos que interrumpe las formaciones miocenas y cuaternarias; tiene a los 15 metros de profundidad una pequeña cantidad de agua potable, a pesar de la proximidad de los yesos.

**Conclusiones.**—1.<sup>a</sup> En el llano cuaternario que rodea Novelda resulta siempre arriesgado el efectuar alumbramientos de agua, pues la calidad de ésta dependerá de las condiciones que presente en cada punto la formación triásica, condiciones que no pueden preverse.

2.<sup>a</sup> Se conseguirá, a nuestro juicio, aumentar el caudal de aguas potables de la Fuente de la Reina, profundizando el actual pozo y haciendo una galería en dirección a la Sierra de Beties.

En la parte comprendida entre el cordón de yesos próximos a la Fuente de la Reina y la carretera de Novelda a Monóvar se podrían hacer algunos pozos, que al llegar a las calizas encontrarían un nivel acuifero, si bien de poca importancia.

3.<sup>a</sup> Las sierras de la Horna Alta y Horna Baja tienen una cuenca de recepción tan reducida, que no pueden dar lugar a ningún manantial caudaloso.

4.<sup>a</sup> Las aguas del macizo secundario comprendido entre las sierras del Coto y la de Crevillente tienen su desagüe natural en

los llanos de Aspe. Este macizo está formado casi exclusivamente por calizas jurásicas, sin que se presente a la vista ningún nivel impermeable inferior que determine un lugar preciso donde aconsejar un alumbramiento de aguas. A este efecto, es lo más probable que hubiera que descender a considerable profundidad hasta alcanzar la formación triásica.

5.<sup>a</sup> El punto donde se efectúan los trabajos de investigación en la Cova-Fría está bien escogido, atendiendo a la proximidad del macizo jurásico; pero sería mejor realizarlas en la zona comprendida entre las calizas secundarias y el cordón de yesos, en lugar del mismo afloramiento de yesos, donde se ha emplazado.

## MONÓVAR

**Estudio geológico.**—El término de Monóvar está compuesto de dos partes geológicamente distintas, separadas entre sí por las sierras eocenas de la Peña de la Zafra, Bilaire y la Solana.

La situada al Oeste de dichas sierras recibe el nombre de Hondón de Monóvar, y es la continuación a levante de la mancha miocena del Pinoso. El Hondón, que se halla en la parte más baja de la cuenca miocena, forma una hoya cerrada por sus bordes, de manera que en su centro se acumulan las aguas de lluvia que llegan algunas veces a constituir una laguna en el terreno cuaternario formado por los arrastres de estas mismas aguas; disposición análoga a la de la vecina laguna de Salinas.

El Hondón de Monóvar es una reproducción en pequeño de la cuenca miocena del Pinoso, de la cual forma parte. Como acabamos de decir, el centro está relleno por el cuaternario y los bordes están levantados violentamente contra las formaciones más antiguas circundantes. Por el Norte se encuentran las sierras de Salinas y las Lometas, por el Sur la del Coto y por el Este las de Duaimi, Peña de la Zafra, Bilaire y Solana; por el Oeste está separada de la cuenca principal, que corresponde al Pinoso, por un pliegue anticlinal que forma los cerros de Mosén Juan y Chiribe,



y se halla abierta por los collados de las cuestas de Fontanar y de la Romana.

En la parte central de esta cuenca no hay ningún asomo de formaciones más antiguas; pero detrás del borde levantado aparecen algunos del triásico, así como en el cerro de Mosén Juan, cerca de las canteras del Almorquí, en el cerro del Bull y en las inmediaciones de Monóvar, circunstancia que induce a suponer la continuidad de la formación triásica por debajo del suelo del Hondón.

La otra parte del término de Monóvar, a nivel inferior de la del Hondón, es una faja comprendida entre el río Vinalapó y las sierras eocenas que, en anfiteatro, separan esta parte de la del Hondón. Sobre estas sierras eocenas se levanta el mioceno de la vega de Monóvar, cortado en todas direcciones por los depósitos triásicos que constituyen casi todo el lecho del río.

**Hidrología.**—En la zona del Hondón de Monóvar, no hay ningún manantial importante, pero existe un pozo, llamado de Amador, que tiene 44 metros de profundidad, con un sondeo de 20 metros en su fondo. En este pozo se han atravesado 21 metros de tierras arcillosas y guijo cuaternario, y después se ha penetrado en las calizas miocenas, que forman el fondo de la cuenca. También debe haber atravesado, según datos recogidos en la localidad, parte del nivel de margas, inferior al de las calizas. Las aguas de este pozo se elevan con un motor, que arroja ocho litros por segundo. En esta parte del llano del Hondón casi todas las casas tienen pozo, con caudal de agua muy constante, que no se puede agotar a mano.

Casi en el límite de los términos de Monóvar y Salinas, en la casa de la Fontana, nace cerca del borde mioceno una fuente, que se emplea en regar una pequeña extensión de terreno. También en los altos de la Lometa, en el sitio llamado los Praets, en un banco de arena de formación reciente, hay una fuente muy pobre, de caudal constante. Ambos nacimientos carecen de importancia, y es de suponer que siendo su cuenca de recepción muy limitada no aumentaría su caudal aunque se hiciesen trabajos de alumbramiento.

En la segunda zona de Monóvar, la inmediata al Vinalapó, hay una serie de minados, dirigidos hacia las sierras eocenas, que separan esta zona de la del Hondón, en los que se ha encontrado constantemente agua, si bien en cantidad muy variable.

En la ladera Sur de la Sierra de la Solana, nace en un socavón de 800 metros de longitud, la fuente de la Pedrera; casi toda la labor está hecha en las calizas miocenas, que buzan unos 40° al Sur-Sureste, apoyadas concordantemente sobre el eoceno.

En las lomas de Limorti, a la misma altura que la fuente anterior, está situada la de la Cañaeta, en condiciones geológicas análogas, pero su caudal es mucho mayor; según dicen arroja 25 litros por segundo.

La fuente de Chinorla, situada a un nivel 10 metros más elevado que la anterior, nace en una galería de 150 metros de longitud, practicada en las calizas miocenas que inclinan al Sur-Sureste, buzamiento general en esta zona. Por último, más al Sur, al pie del cerrete triásico de Bull, está la fuente del mismo nombre, en una corta galería y en las mismas condiciones geológicas que las anteriores, aunque deba también tenerse en cuenta en este punto el cordón triásico que limita la formación terciaria.

Las cuatro fuentes que se han descrito están íntimamente relacionadas, y se ha podido comprobar al abrirse la fuente de la Cañaeta que, a las pocas horas, la de Chinorla quedaba en seco y que disminuía grandemente el caudal de las otras dos, el Bull y Pedrera. En cambio, al cerrarse la fuente de la Cañaeta, al cabo de un mes volvía a manar la de Chinorla en las mismas condiciones que tenía al principio. La operación se ha repetido varias veces, siempre con el mismo resultado.

Estas fuentes se encuentran en el mioceno del Vinalapó y alcanzan la faja eocena de la sierra, que separa dicha formación de la cuenca miocena del Hondón de Monóvar. El agua llovida en esta cuenca, que está a mucha mayor altura que el lecho del río, se suma con la que recibe directamente la faja eocena, y se recoge en las calizas de esta formación por las galerías de las fuentes antes citadas. También puede proceder el agua que se recoge en dicha

faja de la que corre a lo largo de la gran falla, que, coincidiendo con la mancha eocena, se extiende de Nordeste a Suroeste en las inmediaciones de Sax. (Véase el corte y esquema de la lámina 11).

**Conclusiones.**—1.<sup>a</sup> En el Hondón de Monóvar se pueden perforar pozos en condiciones y con resultados semejantes al de Amador, siempre que se escoja un punto suficientemente bajo de la cuenca. El nivel a que habrán de encontrarse las aguas dependerá de que el pozo esté situado más o menos cerca de las calizas miocenas. A semejanza de lo que indicaremos al tratar del Hondón del Pinoso, sería aquí muy interesante intentar la investigación de un nivel de aguas ascendentes, situado debajo de las margas eocenas.

2.<sup>a</sup> Convendrá completar los alumbramientos efectuados en la zona de las fuentes de Monóvar, y a este efecto, en la fuente de la Cañaeta, que por su nivel y situación en el centro del macizo eoceno reúne mejores condiciones hidrológicas, debe prolongarse la actual galería hasta comunicar con el último pozo de las lomas de Limorti, y, una vez efectuado esto, puede prolongarse más todavía, pues toda labor que tienda a atravesar el macizo eoceno y acercarse al borde interior de la cuenca miocena del Hondón debe producir aumento en el caudal de las aguas.

Claro es que al efectuar estas labores quedarían muy menguadas o secas las otras fuentes, pero se compensaría con exceso la disminución de estos caudales con el aumento del de la Cañaeta, que ya por sí solo es en la actualidad mayor que el de las otras.

## PINOSO

**Estudio geológico.**—El Pinoso se halla situado en una extensa llanura miocena, limitada al Noroeste por las sierras del Carche, Panzas, Serrat y Salinas, y al Sur por la del Coto (lámina 11).

Esta gran mancha miocena, que tiene una anchura de unos 12 kilómetros, se prolonga por el Este hasta unirse con el Hondón de Monóvar y penetra por el Oeste un buen trecho en la provincia de

Murcia, está constituida por molasas, que se presentan formando bancos de gran potencia y cubren a las margas de la parte inferior de la formación.

La superficie del terreno mioceno es ondulada, y está cubierta en los puntos bajos por el cuaternario, que en algunos sitios queda reducido a las tierras de labor, mientras que en otros tiene un espesor considerable. En conjunto, el mioceno forma una bóveda muy rebajada, correspondiente a un gran pliegue anticlinal, cuyo eje, dirigido de Suroeste a Nordeste, se acusa en la superficie por los asomos de calizas de las lomas de los Pascuales, de los Altos de Rute y de las Carolinas, el Chiribel, etc.

Esta formación miocena se halla levantada por los bordes, formando una cuenca. Por la parte del Norte y Noroeste los bordes de calizas miocenas se levantan hasta 45°, muestran debajo el piso inferior de margas, y se apoyan, en estratificación casi concordante, sobre las potentes masas de calizas cretáceas que forman la Sierra de Salinas. Análoga disposición ofrecen los terrenos en las Sierras del Carche y su estribación de Panzas, donde, por efecto de la denudación de las margas del nivel inferior, quedan descarnados los bancos de calizas miocenas, formando un escalón muy bien marcado frente del macizo cretáceo de la sierra. Del mismo modo, por la parte sur del borde mioceno se levantan las capas, apoyándose sobre el cretáceo.

Este borde es más bajo y menos levantado en el collado llamado Cuesta de Fontanar, que comunica el Hondón de Monóvar con el de la laguna de Salinas, y deja abierta la cuenca en varios puntos, tales como el Collado de Castilla, por donde pasa la carretera de Jumilla a Pinoso. Por el Sur las depresiones del citado borde dan paso a las ramblas de la Romana y de Abanilla.

Esta mancha miocena está unida con la del Hondón de Monóvar, y separada del pueblo de este nombre por las sierras eocenas de la Peña de la Zafra y de la Solana, donde de igual manera que sobre las cretáceas antes citadas se levanta el borde mioceno.

El terreno se halla cortado por varios asomos triásicos, acompañados de yesos y de sal, tan frecuentes en la provincia. Hay

unas manchitas en el Cabezo de Mosén Juan, en la falda de las Lometas del Hondón de Monóvar, y otra en el monte llamado Cabezo de la Sal, que se levanta a poca distancia al Sur del Pinoso.

Las Sierras del Carche, de Panzas y de Salinas están formadas por calizas blancas compactas, bajo las cuales aparecen, en algunos barrancos correspondientes a ejes rotos de pequeños anticlinales, las margas verdes cenomanenses subyacentes; en conjunto, esta formación cretácea, que limita por el Noroeste la mancha miocena del Pinoso, forma un anticlinal de calizas, cuya vertiente más extensa buza hacia la planicie miocena.

Los bancos calizos de la formación cretácea que limitan el terciario por el Sur, forman un sinclinal y dejan descubiertas las margas inferiores, que más al Sur se apoyan sobre el gran macizo jurásico de las Sierras de Cavarrasa y el Rollo. Sobre estas margas, al pie de la Sierra del Coto, descansa el mioceno en estratificación discordante.

**Hidrología.**—El término del Pinoso es uno de los más necesitados de agua de la provincia de Alicante; no hay en él ningún terreno de regadío, y el agua escasea hasta para el abastecimiento de la población.

La única fuente de aguas potables que surte al pueblo está situada en las Encebras, en el Collado que forman las Sierras del Coto y Chiribel. El agua nace en el contacto de las margas verdes cenomanenses con la potente serie de calizas superpuestas a aquéllas, y que buzan hacia el Este en aquel punto y forman la cumbre de la Sierra del Coto. El referido contacto se halla oculto por el cuaternario, entre cuyos mantos nace el agua. La fuente es de caudal muy constante, pero a todas luces insuficiente para las necesidades del pueblo.

A seis kilómetros de Pinoso, en el sitio llamado El Almorquí, y cerca de las famosas canteras de este nombre, nace una fuente de unos tres litros por segundo de caudal. Está situada en el contacto de la formación miocena con las calizas de la Sierra del Coto.

Dentro del mismo pueblo hay un pozo ordinario; pero su agua no es potable, y sólo se aprovecha en un abrevadero.

Lo mismo sucede en el llano que se extiende al Suroeste del Pinoso, hacia la partida del Rodriguillo, donde gran número de pozos hechos en diferentes sitios han dado siempre aguas de mala calidad.

Al pie del Cabezo de la Sal hay un manantial bastante grande, pero con agua tan cargada de sales que, no sólo no sirve para la bebida, sino que tampoco es útil para el riego. En el cuaternario, superpuesto al mioceno, que se extiende entre el pliegue anticlinal y la Sierra de Salinas, se han abierto varios pozos, que no pasan de dicho terreno, y en los cuales se ha encontrado agua de regulares condiciones para el riego, pero en muy escasa cantidad.

A seis kilómetros del Pinoso, en la carretera que conduce de esta población a Monóvar, nace la fuente del Chinorlet, con caudal de poco más de un litro por segundo; brota en las calizas miocenas, cerca del asomo triásico del Cabezo de Mosén Juan, y las aguas no son potables.

Tales son los nacimientos principales del término.

Entre los trabajos de investigación de aguas que allí se han efectuado, el más importante es el ejecutado por cuenta de D. Demetrio Sanchíz al pie de los Castellarejos, a un kilómetro de las Encebras; consisten las obras en 50 metros de pozo corriente, 12 de contrapozo y 25 de sondeo, sin haber encontrado agua. Atraviesa primeramente este pozo las margas cretáceas; luego, una capita de calizas y otra de margas. Las calizas cretáceas de la Sierra del Coto buzan hacia el lado opuesto al pozo, o sea al Sur-Suroeste. Al Norte del pozo cubren a las margas las calizas levantadas de la llanura miocena, cortadas a poco trecho por la formación triásica del Cabezo de la Sal.

**Conclusiones.** — Creemos que hay fundamento para intentar el alumbramiento de aguas, lo mismo dentro que fuera de la cuenca miocena de Pinoso. Fuera, sólo debe intentarse en las sierras cretáceas que la rodean, donde el caudal de agua que podría obtenerse, aun con labores de relativa importancia, siempre sería pequeño, ya que se trata de sierras aisladas con vertientes muy rápidas y que forman una zona de recepción reducida. Y



efectivamente, hay una gran escasez de manantiales en la comarca, y sólo se puede aconsejar la investigación de aguas en estas sierras en las zonas más bajas de las calizas, sobre todo allí donde algún asomo de margas indique la existencia de un horizonte infrapuesto impermeable, aun cuando no deban ser muchas las esperanzas de éxito favorable, y siempre con la probabilidad de conseguir pequeños caudales.

Dentro de la cuenca miocena se suceden varios niveles acuíferos. El primero en el cuaternario que cubre las partes bajas del llano; en este terreno se encuentran aguas pero siempre con gran escasez, y con la circunstancia de que cuando están cerca de algún asomo triásico son además impotables é impropias para el riego. El nivel acuífero más caudaloso es el existente dentro de la masa de las calizas miocenas; el agua procede no sólo de las que dichas calizas directamente recogen, sino de la que reciben de las cretáceas que buzcan hacia ellas. Como estas últimas calizas alcanzan grandes alturas sobre el nivel medio del valle y forman un extenso arco en el borde levantado del mioceno, se puede afirmar que existe una cuenca con aguas artesianas, aunque lo probable es que no sean surgentes. Los puntos más adecuados para efectuar los sondeos son, en general, los más próximos a las faldas de las Sierras del Carche y de Salinas, y deben escogerse de preferencia los más bajos, y entre ellos resulta muy indicado las inmediaciones del caserío del Eil.

Dentro de la cuenca terciaria, pero en los terrenos infrapuestos, existen otros dos niveles acuíferos, aunque no sean continuos ni simultáneos por lo general. Uno bajo las calizas cretáceas en su contacto con las margas inferiores cenomanenses, y otro en el contacto de la formación triásica, que tan a menudo indica su presencia en el subsuelo por múltiples asomos al través del terreno suprayacente. Así como deben aconsejarse los sondeos en el terciario, las investigaciones que tengan por objeto alumbrar las aguas de los niveles acuíferos inferiores resultarían tan costosas y de éxito tan dudoso que sólo se pueden recomendar como estudio por su interés geológico.

## HONDÓN DE LAS NIEVES

**Estudio geológico.**—El Hondón de las Nieves está en un valle orientado de Este a Oeste según el curso del Tolomó. El fondo de este valle está ocupado por el cuaternario, que presenta poco espesor, excepto en la extensa nava de la Alguasta. Está limitado al Sur por los macizos jurásicos de la Sierra de Crevillente, que se halla comprendida entre las de la Madera y los Altos de la Cuesta. Por el Norte lo limitan las Sierras de la Solana, el Rollo y sus derivaciones. Todas estas sierras están formadas por calizas jurásicas, que también asoman en una porción de puntos en el centro del valle, tales como las lomas de Toneleros, La Cruz, Caleretas, Bizcayo, etc. (lámina 11).

Las sierras que lo limitan por el Norte se enlazan con las de Cavarrasa, estribaciones del Algayat y demás macizos montañosos de la gran mancha jurásica que ocupa esta parte de la provincia, y se prolonga hasta Crevillente por casi toda la masa de la sierra del mismo nombre. En conjunto, el jurásico forma un amplio pliegue sinclinal, cuyos bordes levantados son dos anticlinales que constituyen los dos sistemas de sierras citados.

Las calizas jurásicas son marmóreas en el Rollo, donde se presentan con todos los caracteres propios de los mármoles titónicos. En otros puntos se encuentran bancos de calizas de grano muy fino, casi litográficas; pero en general son de grano grueso, color de ceniza, y con núcleos de pedernal tan frecuentes y tan constantes que substituyen, para el reconocimiento de la posición estratigráfica de dichas calizas, a los fósiles, que, en cambio, son muy escasos en esta roca, pues se reducen a algunos restos de belemnitos que se encuentran en determinados bancos. En el centro del valle las capas calizas son de menor espesor, presentándose la roca frecuentemente tableada y alternando con bancos de margas donde se encuentran grandes amonitos. No se ve ningún nivel de margas, situado debajo de las calizas de la sierra que pudiera servir de horizonte impermeable.

Las sierras de la Hofra y de la Madera separan el valle del Hondón del de Aspe, que se encuentra a un nivel bastante inferior respecto del primero. Es muy de notar que en todo el valle del Hondón no se observa ningún asomo triásico, pero sí en el de Aspe, al pie mismo de la Sierra de la Madera.

**Hidrología.**—La planicie del Hondón de las Nieves es muy pobre de aguas, como es natural, dado sus caracteres geológicos.

Únicamente se encuentran algunos nacimientos pequeños, entre los que citaremos los dos que abastecen al pueblo, separados entre sí menos de un kilómetro y situados al pie de la sierra llamada de la Solana del Rollo. El agua nace en unos socavones abiertos en las margas amarillentas y grises que alternan con calizas silíceas. En la falda Oeste de la Solana hay muchos pozos que surten únicamente a las casas de labor que allí se encuentran. Las aguas que aparecen en el cuaternario deben proceder de las serrezuelas de Toneleros, la Cuesta y parte de la Solana, y son tan escasas, que el pueblo se abastece para la bebida del agua del término de Aspe, que hay que ir a buscar a seis kilómetros de distancia.

En la rambla del Tolomó, cerca del alto de la Cuesta, hay una galería de 500 metros de longitud, que, si bien al principio dió un caudal regular de agua, ha ido disminuyendo progresivamente, debiendo atribuirse la merma al efecto de la sequía en una cuenca de recepción muy pequeña.

**Conclusiones.**—1.<sup>a</sup> En las cercanías del pueblo del Hondón de las Nieves, el punto que reúne algunas condiciones favorables para intentar en él un alumbramiento de aguas, es el fondo del llano de la Alguasta. Aparecería a bastante profundidad, y no es probable que fuera muy abundante.

2.<sup>a</sup> Las investigaciones en las sierras de Crevillente y el Rollo, probablemente no darían resultados favorables, y de obtener en ellos agua, sería muy escasa su cantidad.

3.<sup>a</sup> Todo el macizo jurásico en que está enclavado el valle del Hondón de las Nieves tiene su desagüe natural hacia el valle de

Aspe, y en esta parte están los manantiales y pozos de donde se surte en la actualidad toda la comarca.

## ORIHUELA

**Estudio geológico.**—Orihuela se encuentra situado al pie de la sierra del mismo nombre, en el límite Nordeste de la gran mancha cuaternaria, que se extiende por las márgenes del Segura, desde el límite de la provincia hasta el mar. Esta mancha se apoya directamente sobre la formación miocena, que se extiende hasta los grandes macizos jurásicos de las sierras de Crevillente, El Rollo, Algayat y Solana.

El mioceno está formado por grandes bancos de conglomerado, que descansan sobre un tramo de molasas, debajo del cual se presenta un potente banco de ostras, y todo ello reposa sobre un conjunto de margas, que constituyen la base del sistema. Las capas aparecen constantemente muy trastornadas, y sus bordes, levantados casi hasta la vertical, se apoyan sobre las formaciones secundarias. La mancha miocena queda reducida a este borde en las cercanías de Crevillente, y alcanza su mayor anchura por el Norte de Orihuela, ya en el límite de la provincia. Está cortada en muchos sitios por el triásico, que forma las sierras de Callosa, Orihuela y otros isleos de menor importancia en las cercanías de éstas.

La Sierra de Orihuela y su continuación la de Callosa, forman una gran masa de calizas triásicas, magnesianas, negras y muy compactas, llenas de grietas, cavidades y simas bien manifiestas en algunos puntos, y que penetrando en el interior de la sierra, deben formar una red por donde fácilmente circulan las aguas subterráneas. Con frecuencia aparecen cortadas las calizas por asomos de ofita.

El mioceno se extiende en una gran superficie, cubierto a trechos por el cuaternario, desde las sierras de Orihuela y de Callosa hasta La Algueña y el Hondón de los Frailes, y desde el límite de

las provincias, con sucesivos estrechamientos y ensanchamientos hasta el mar, en las cercanías de Alicante.

La estratigrafía general de la región, y más especialmente la de la zona de Orihuela, puede resumirse según lo expuesto en los siguientes términos:

El subsuelo está formado por el triásico, constituido por grandes masas de calizas, acompañadas por margas yesosas y por ofitas; estas calizas suelen formar el fondo de las simas y grietas del terreno terciario, muy frecuentes en la Sierra de la Murada.

En ciertos sitios las masas de calizas triásicas quedan completamente al descubierto formando las sierras de Callosa, Orihuela, etcétera, y en otros, como la Sierra de la Murada, puede comprobarse que el núcleo es de formación triásica, y sólo pertenece al mioceno, la superficie, lo que da a la totalidad de la sierra el aspecto de pertenecer a la última formación.

En la parte baja del valle del Segura queda oculto el mioceno por los depósitos cuaternarios.

Tanto en la parte Sur de la Sierra de Orihuela, como sobre el pueblo, y en el Collado que separa esta sierra de la de Callosa por la parte Sudeste (Cox, Redován, etc., etc.), lo mismo que en la región Nordeste de la misma, hay muchos pozos, y todos contienen agua abundante al alcanzar próximamente la profundidad de 30 metros. Algunos llegan a dar hasta 10 litros por segundo.

La mayor parte de estos pozos están excavados en el terreno de aluvión inmediatamente superpuesto a las calizas triásicas; los hay también, aun cuando sean los menos, abiertos en la masa de esta roca que, según se ha visto, forma el macizo de la sierra.

El grado de potabilidad de las aguas es muy variable; son más amargas las de unos pozos y más potables las de otros, sin que pueda observarse si estas variaciones obedecen a una ley constante. Pudimos comprobar que un pozo del pueblo, abierto totalmente en la roca caliza de la sierra, daba aguas amargas, mientras que otro excavado por completo en los aluviones, daba las mejores aguas de la población, y, sin embargo, otros muchos, situados también en los aluviones, tienen agua muy amarga.

Aunque las aguas de que se trata no son potables, pueden utilizarse sin inconveniente para el riego, y a pesar de ser grande el número de pozos perforados y de la prolongada sequía que padece la región, no se ha advertido apenas disminución en sus caudales. En algunas de las cercanías del pueblo se ha encontrado por debajo del terreno de aluvión a 20 metros de profundidad una masa de ofitas, que, por estar resquebrajadas y descompuestas, dejan pasar algunos hilos de agua.

En la llanura comprendida al Norte de la Sierra de Orihuela, en las cercanías de la Murada, Benferri, etc., se nota verdadera escasez de agua. En la vertiente de la Sierra de la Murada hay practicados algunos alumbramientos que no dan agua en la actualidad, pero que la tuvieron en otros tiempos, sin que se pueda asegurar si esto es debido exclusivamente a la sequía o sólo al gran abandono en que se encuentran los pozos y galerías correspondientes. En toda la zona comprendida entre las sierras de la Murada y la de Orihuela no hay ningún nacimiento natural que merezca consignarse.

**Conclusiones.**—1.ª La comarca de Orihuela ofrece aguas suficientes para riego, que sólo se utilizan en parte, por no disponer de motores para elevarlas hasta la superficie.

2.ª No puede menos de llamar la atención la abundancia de aguas de los pozos situados al pie de la sierra por la gran desproporción entre el reducido tamaño del macizo montañoso, considerado como cuenca local de recepción, y el caudal de agua que se recoge. Esto induce a suponer que las aguas proceden de puntos lejanos y que vienen a través de las calizas triásicas que afloran a gran distancia, en otra comarca más lluviosa, y recogen en ésta el agua, conduciéndola por sus grietas y aumentada además con la filtrada por los terrenos más modernos que se encuentran encima del triásico en todo el Norte de la provincia.

3.ª Los trabajos de alumbramiento, tanto en la parte próxima a Orihuela, como en la falda de las sierras de La Murada, deben practicarse siempre en las calizas triásicas.



## CREVILLENTE

**Estudio geológico.**—Crevillente está situado en el contacto del mioceno de la sierra, con el cuaternario del llano. El mioceno está formado por grandes bancos de conglomerados en la parte superior, molasas y calizas compactas en el medio y un gran banco de ostras, que se apoya sobre un nivel de margas en la parte inferior.

Forma el mioceno dos escalones, separados por una depresión, en la que asoman las erupciones de yeso y de ofitas que acompañan siempre al triás. Entre el escalón más alto y el gran macizo jurásico en que se apoya este primer contrafuerte de la sierra de Crevillente aparecen los mismos asomos eruptivos.

El jurásico está aquí formado por grandes masas de calizas grises, unas toscas y de grano grueso, con profusión de núcleos de pedernal, y otras compactas, casi litográficas, con intercalaciones de lechos de margas, constituyendo esta formación la divisoria entre Crevillente y el Hondón de las Nieves. Las rocas triásicas apenas afloran en toda esta extensión, y sólo después de atento examen puede comprobarse su presencia.

Desde el punto de vista estratigráfico, diremos que en la zona de Crevillente el triás forma el subsuelo, y sobre él descansan, en primer lugar, las grandes masas jurásicas de las sierras de Crevillente. Apoyado sobre el jurásico y levantado violentamente, se encuentra el mioceno, cubierto desde el mismo pueblo por mantos cuaternarios.

**Hidrología.**—El caudal de agua con que cuenta Crevillente para el abastecimiento de la población y para el riego, es suministrado por tres galerías abiertas en la falda de la sierra y algunos pozos existentes en la huerta.

La galería llamada Mina de la Fuente Antigua, situada a unos dos kilómetros del pueblo, atraviesa primeramente el terreno mioceno, sin que se presente ningún nacimiento de agua en los contactos de las capas de diversa permeabilidad; cruza después un

gran espesor de yesos, y, finalmente, penetra en las calizas triásicas, compactas y magnesianas, llenas de grietas en las que aparecen los nacimientos, que dan un caudal muy constante de 54 litros por segundo. La longitud total de la galería es de 800 metros, con dirección media al Nordeste.

La segunda galería, llamada Mina de la Cata, tiene la boca a tres kilómetros al Nordeste de Crevillente; los 1.200 primeros metros de su longitud están perforados todos en el mioceno, y, como en la anterior, no se observan en ella nacimientos en los contactos de las capas de diferente permeabilidad. Después atraviesa 400 metros de yesos, y finalmente entra en un tramo de calizas grises, compactas, en algunos puntos casi litográficas, y en otros, más bastas, con frecuentes núcleos de pedernal y con todo el aspecto de las calizas jurásicas de la sierra de Crevillente, El Rollo, La Solana, etc.

En estas calizas se encuentran dos nacimientos, que en otro tiempo daban por junto un caudal de 96 litros por segundo, pero que en la actualidad no dan más de 40 litros, habiéndose observado que el nacimiento inferior permanece constante, mientras que el superior es el que ha disminuído, lo cual es indicio de que los dos nacimientos corresponden a un solo manantial.

A poca distancia de la boca de esta segunda galería se abre una tercera en análogas condiciones, pero más oblicua respecto del macizo de la sierra y con escasísimo caudal de agua.

En cuanto a los pozos de la huerta, se hallan abiertos en el cuaternario, encontrándose el agua a unos 20 metros de profundidad, con un caudal mediano.

La circunstancia de encontrarse en esta parte del cuaternario grandes cantidades de sal y de eflorescencias salitrosas, motivan que las aguas sean algo salobres.

**Conclusiones.**—1.<sup>a</sup> A la manera de lo observado en otros puntos de las provincias de Alicante y Murcia, tales como Orihuela, Callosa, Totana, etc., las aguas sólo se presentan con caudal constante en el terreno triásico.

2.<sup>a</sup> Los terrenos jurásico y mioceno contienen solamente el

producto de las lluvias locales, y la influencia de la sequía actual se hace notar palpablemente en los manantiales que nacen en el primero, y mucho más aún en el segundo de estos terrenos. Así se explica que la primera galería, que alcanzó a la capa triásica, no ha perdido, al menos de una manera apreciable, el caudal de sus aguas. En las otras dos galerías, que tienen sus nacimientos de agua en el terreno jurásico, se ha reducido el caudal de una manera alarmante. En el trozo del mioceno, atravesado por las tres galerías, no aparece nacimiento alguno, a pesar de las favorables condiciones que presentan las repetidas alternancias de capas tan permeables como el conglomerado y las molasas, con otros tan impermeables como las arcillas.

3.<sup>a</sup> Las obras que deben emprenderse en la zona de Crevillente para alumbrar agua, consisten en galerías que alcancen a la masa de las calizas triásicas.

## RESUMEN

Como resultado de lo expuesto, deducimos las conclusiones siguientes:

1.<sup>a</sup> Ninguno de los puntos examinados hasta ahora reúne las condiciones necesarias para dar origen a caudales de agua abundantes, tal como se requieren para los riegos de zonas dilatadas.

Esto no obstante, pueden intentarse algunos alumbramientos locales con la esperanza de obtener resultados satisfactorios para el surtido de pequeñas poblaciones y el riego de fincas poco extensas. Tales son las obras que hemos aconsejado en el barranco de Pusa en Petrel y en la fuente de la Cañaeta de Monóvar.

2.<sup>a</sup> Pueden investigarse aguas con probabilidades de buen éxito en los lugares donde las calizas triásicas ofrecen gran potencia, hora afloren o no. El primer caso se presenta en las Sierra de Orihuela y Callosa, y el segundo en las de la Murada y Crevillente. En las dos primeras el agua está de manifiesto en gran número de pozos y únicamente se necesitan motores para elevarlas.

En las sierras de Crevillente pudiera encontrarse algún naci-

miento importante practicando una galería que penetrase hasta las calizas triásicas. Esta obra resultará indudablemente muy costosa.

En Aspe también deben intentarse trabajos de alumbramiento, pues esta zona es el desagüe natural de la Sierra de Crevillente.

La Sierra de la Murada presenta idénticas condiciones que la de Crevillente, pero las aguas en general son malas, a causa de la presencia de los yesos.

3.<sup>a</sup> Existen otros puntos con menores probabilidades de suministrar aguas, aunque, sin embargo, reúnan algunas condiciones favorables.

Tales son: En el Pinoso, la partida de Ell, donde están muy indicadas las investigaciones por sondeo, con objeto de buscar aguas ascendentes. En condiciones análogas, aunque menos favorables, se halla el llano de Alguasta, en el Hondón de las Nieves.

En Novelda, en la Cova Fría, puede aconsejarse la perforación de un pozo cerca del sitio donde se está haciendo uno en la actualidad, pero situándolo entre el macizo de la Sierra y el cordón de yesos que se manifiesta en aquel punto.

En esta Memoria hemos hecho el estudio hidrogeológico de cada uno de los términos objeto de la solicitud de la Cámara Agrícola. En algunos se han indicado las obras que sería conveniente efectuar para alumbrar aguas, pero en la mayoría nos hemos concretado a consignar las condiciones hidrológicas que podrán servir de base para otros estudios de detalle, bien en las comarcas que se han descrito o en otras que reúnan análogas circunstancias hidrogeológicas.

## ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO

DEL

### TÉRMINO DE LORCA (MURCIA)

El término de Lorca es uno de los mayores de España. Su superficie alcanza 1.780 kilómetros cuadrados. Su mayor dimensión, de Norte a Sur, es de 50 kilómetros, y la anchura máxima de 40 kilómetros.

Su suelo, muy quebrado, comprende varias cadenas de sierras, alineadas en conjunto de Sudoeste a Nordeste, dirección general de la orografía de esta parte de la Península. En el Norte del término se encuentran las estribaciones de la Sierras de Bullas o Cehégín, de Pedro Ponce, del Madroño y de Espuña. Su límite occidental está formado por las elevadas sierras del Almiraz, Pericay y Culebrina, siendo su pico más alto el Gigante (1.490 metros); estas sierras penetran en la provincia de Almería, enlazándose con los macizos de Sierra María (lámina 13).

Por el Este, el término comprende las faldas de la Sierra de Tercia, contrafuerte de la de Espuña, el mayor macizo montañoso del centro de la provincia.

Entre estos sistemas de sierras se extiende un terreno montañoso sin grandes elevaciones, donde se destacan los serrijones de escasa importancia de Don Gonzalo, Cabezos Redondos, La Paca, Los Pocicos, Loma Larga, Cerro del Sordo, Cerro del Marrajo, Las Hermanicas, Las Cabezas, Loma de los Apedreados, Loma de Arcas, Los Ruzafas, La Serrata Morra del Águila, etc.

Al Oeste de Lorca se halla la Sierra del Caño, prolongación occidental de la de Tercia, y separada de ésta por el valle del río Guadalentín, que junto a Lorca se une con el de la Rambla de



Viznaga. Este último separa las sierras citadas de las del extremo Sur del término.

La cabecera del valle de Viznaga queda limitada por la Sierra de Enmedio y los cerros de menos importancia de los Carrascos, Las Casicas, Los Pallareses, Peñas de Béjar, etc., mientras que al Sur del valle se encuentran las sierras de los Aljibes, La Carrasquilla, Aguaderas y Almenara con su punto culminante el Tala-yón (880 metros). Las estribaciones de estas sierras, dentro del término de Lorca, llamadas el Morrón y la Loma de Bas, llegan hasta el mar.

Estos sistemas de sierras pertenecen a la cuenca del Guadalentín, la cual está dividida en otras dos de menos importancia: la de Luchena, al Norte de Lorca, y la de Viznaga, al Sur. El río de Luchena, donde está situado el Pantano de Puentes, a 10 kilómetros de Lorca, recibe por su orilla izquierda las Ramblas de Churrilla y Caravaca, y por la derecha el río de Vélez y las Ramblas Bermeja y Parrilla. En el mismo Lorca afluye al río el Barranco de San Antonio, procedente de la sierra de Pedro Ponce.

La rambla de Viznaga recibe por la izquierda la de la Torrecilla, los Casarejos, Nogante y Vilerda, mientras que por la derecha no existe ningún afluente importante.

De lo dicho se desprende que en el término de Lorca hay dos cuencas hidrológicas, perfectamente distintas, y además, la parte más meridional del término es, hidrológicamente, independiente del resto de éste.

Consideramos sucesivamente para nuestro estudio cada una de estas cuencas.

El término de Lorca está situado en el límite Nordeste de la formación primitiva que es la que constituye los mayores macizos montañosos de la parte meridional de la Península, mientras que en la región de Levante estos terrenos primitivos sólo acusan su presencia por los plegamientos que han producido en las formaciones más modernas. En esta región las sierras pertenecen a las formaciones secundarias y terciarias.

Puede observarse el plegamiento de las formaciones secundarias entre las sierras primitivas de la costa y el gran macizo cretáceo del Calar del Mundo, el cual, unas veces cubierto por formaciones posteriores, y otras interrumpido por macizos triásicos, se enlaza con la cordillera bética, llega hasta la costa de Valencia y se prolonga hacia las Baleares. En efecto; a partir de la formación primitiva, contra la que el plegamiento se ha efectuado, se encuentran las sierras jurásicas de Periate, María, Cerros Gordos y Gigante, y la serie paralela formada por las sierras del Muerto, de la Zarza, Seca, Mojante, etc., entre cuyos pliegues se encuentra el eoceno, comprimido fuertemente.

El término de Lorca se extiende hacia el Norte, hasta la primera cadena jurásica, mientras que al Sur de esta formación se encuentra una faja eocena, interrumpida por cerros triásicos, cubierta en su parte baja por extensos mantos diluviales y limitada más al Sur por el mioceno.

Esta última formación, levantada casi hasta la vertical en algunos lugares, se tiende en otras, desapareciendo bajo el aluvial que ocupa los valles del Guadalentín y el Viznaga.

También se hallan representadas en el extremo meridional del término que estudiamos, las formaciones primitivas, límite del plegamiento.

Para el mejor estudio de la región y facilitar la comprensión de esta Memoria hemos trazado tres cortes geológicos, que incluimos en el presente trabajo (lámina 12).

Los tres cortes tienen dirección Noroeste Sudeste, normal a la que siguen los principales plegamientos de los terrenos en la comarca.

El corte número 1 atraviesa en su mayor anchura la parte oriental del término, penetrando también en el de Totana. En él se puede observar el plegamiento de las formaciones secundarias y terciarias, así como el macizo primitivo contra el cual este plegamiento tuvo lugar.

La Sierra de la Tercia aparece con la estructura peculiar de

los anticlinales de núcleo perforante. La rama Sur del mioceno, cuyos estratos de conglomerados se inclinan fuertemente, van a ocultarse en el valle del Guadalentín bajo los depósitos aluviales de este río, mientras que en la orilla opuesta del valle no se acusa la presencia de la formación terciaria sobre el estrato cristalino.

Entre la Sierra de la Tercia y el macizo numulítico de las cercanías de Zarzadilla, de Totana, el mioceno está cortado por una falla muy bien marcada en toda su longitud.

A su vez el eoceno se encuentra levantado por las sierras jurásicas del macizo de Coy. El jurásico está formado por dos pisos, uno inferior de gruesos bancos de caliza, y otro superior de naturaleza margosa. Relacionado con el triás, hay en Coy un importante asomo ofítico.

El corte número 2, pasa por la misma población de Lorca. La disposición geológica del valle del Guadalentín es análoga a la del corte anterior. La faja miocena aparece con menor anchura, y sus pliegues son, naturalmente, más cerrados. La misma falla que corta la formación miocena en la Sierra de Tercia, se acusa en este corte al Norte de Lorca.

Comparando ambos cortes pueden observarse los distintos niveles que presenta el mioceno.

Otro anticlinal análogo al de la Sierra de Tercia, pero de distinta composición, se intercala entre las formaciones numulíticas y la jurásica; esta última se halla muy trastornada.

El tercer corte muestra la relación entre las dos zonas Norte y Sur, en que dividimos, para su estudio hidrológico, el término de Lorca.

### **Estudio hidrológico.**

Como es tan variada la composición geológica del término de Lorca, se hace indispensable describir las condiciones hidrológicas de las distintas partes, ya que están todas relacionadas íntimamente entre sí. Dividiremos, para este estudio, el término en dos zonas: la del Norte y la del Sur de Lorca.

La primera comprende la extensa cuenca limitada al Sur por

las sierras del Caño y sus prolongaciones, y al Norte por los macizos montañosos que forman esta parte del término; es decir, la porción de la cuenca del Guadalentín situada al Norte de Lorca.

En la zona Sur estudiamos las condiciones hidrológicas del valle de Viznaga. No profundizamos el estudio de las sierras primitivas de la costa, por su escasa importancia hidrológica.

### **Zona Norte de Lorca.**

En los confines del término de Lorca con el de Totana hay una extensa mancha miocena, que forma en su conjunto un gran anticlinal, muy tendido y plegado varias veces, en el que se presentan una serie de montículos, por cuyas cumbres denudadas asoma el triásico.

Una gran falla dirigida de Sur-Suroeste a Nor-Nordeste, corre a lo largo de la Serrata, serie de cerros donde se hallan las minas de azufre, se extiende hasta la Sierra del Caño y va a perderse al pie de la Tercia. Paralelas a dicha falla, y al Norte de ella, se encuentran otras de menor importancia.

Sobre el triás del cerro del Castillo de Lorca se apoya horizontalmente un casquete de calizas y molasas miocenas con bancos de ostras que forman la cumbre del cerro.

El mioceno, en conjunto, forma un anticlinal roto por las sierras del Caño y Tercia y limitado por dos sinclinales: uno que corresponde al Guadalentín y otro a la Sierra de Lorca. En el primero, el mioceno está cubierto casi en su totalidad por el aluvial.

En la formación miocena se pueden distinguir dos niveles; el superior, formado por calizas y molasas amarillentas; el inferior, esencialmente margoso. Existe además un piso superior a estos dos, formado por un conglomerado de cantos muy gruesos; pero este nivel, que tan claramente se observa sobre el valle del Guadalentín en la falda Sur de la Sierra de Tercia, dentro del término de Totana, se encuentra apenas en el de Lorca.

El tramo calizo también ha desaparecido casi por completo

entre el Castillo de Lorca y la Serrata, apareciendo la formación miocena como una zona hundida y denudada.

Desde Torralvilla hasta Zúñiga se extiende una mancha irregular de diluvial que presenta considerable espesor. Todo el terreno ocupado por esta mancha diluvial es muy seco y árido y algunos pozos practicados en él han alcanzado la profundidad de 15 metros sin encontrar aguas freáticas.

Por debajo de la formación diluvial debe encontrarse en gran extensión el mioceno, formado por capas más bien arenosas y arcillosas que calizas.

Entre Cerda y el Llano de las Cabras termina el cuaternario y se encuentra el eoceno, cuyos estratos se van levantando gradualmente hacia la sierra de Pedro Ponce, donde aparecen casi verticales, debiéndose este brusco levantamiento a la presencia del jurásico, sobre el cual se apoya el eoceno, y que forma al Norte de Zarzadilla de Totana las sierras de Pedro Ponce y el Madroño.

Tanto el eoceno como el mioceno son de naturaleza margosa y presentan los dos un espesor muy considerable. Los depósitos cuaternarios que cubren las depresiones del terciario no tienen una cuenca de alimentación suficiente para ser considerados como depósitos grandes de aguas freáticas y únicamente podrían encontrarse manantiales de caudal muy escaso.

Muy diferentes circunstancias se observan avanzando hacia el Norte de Zarzadilla de Totana, donde, a medio kilómetro del pueblo y a 80 metros de altitud sobre él, en una galería de 200 metros de longitud, practicada normalmente a las potentes calizas jurásicas de la sierra de Pedro Ponce, hay un importantísimo nacimiento que surte de agua potable a la población de Lorca.

Entre los llanos de Lorca y los de Caravaca se elevan las grandes sierras de Cehgín o Bullas y de Pedro Ponce, ofreciendo una cuenca de alimentación muy extensa.

Sobre Zarzadilla de Totana las margas eocenas se apoyan sobre las calizas jurásicas, en las cuales el agua que llena sus grietas es contenida por el triás, o bien mantenida embalsada en las cali-

zas por la pérdida de presión, debida al rozamiento, y rebosa sobre el dique de margas.

En el punto de emergencia de las aguas se ha practicado la galería. A 500 metros al Este del pueblo existe otra fuente menos importante que la principal y que nace en circunstancias análogas.

Entre Coy y Doña Inés forman las sierras jurásicas un saliente que separa en su origen dos valles de alto interés hidrológico, uno el de Avilés, al Este, y otro que por Doña Inés se extiende hacia Levante y Mediodía.

El primero de estos valles se forma en la Rambla del Cargador, donde acuden varias cañadas como las de Llanta, Jara, Barreros, etc. Por el Norte, en su parte alta, este valle queda limitado por las sierras jurásicas de Carboneros y Cerro Pelado, mientras que por el Sur lo limitan y separan de la región que acabamos de estudiar las sierras de Pedro Ponce, Madroño y Cambrón.

Las calizas jurásicas forman en este valle un sinclinal muy abierto. Sobre ellas se apoya un nivel de margas de la misma formación, que en la cañada de Avilés asoman bajo el cuaternario y cubren las laderas calizas, llegando a bastante altura sobre el valle en las sierras de Pedro Ponce y Madroño.

En el origen del valle se encuentra un extenso collado que llaman la Canaleja, por el que pasa la rambla del Cargador, donde los depósitos cuaternarios embalsan una gran cantidad de agua procedente de las laderas de las sierras vecinas, y nacen varias fuentes que surten de agua de riego a la aldea de Avilés. Estas aguas se han alumbrado por medio de galerías y zanjás situadas en el contacto del cuaternario con las margas jurásicas, y reúnen entre todas un caudal importante.

La mancha cuaternaria se ensancha considerablemente hacia el Sur hasta encontrar los cerros eocenos de las Cabezas y el Lastón.

En las cercanías de Coy, las margas jurásicas del nivel superior no asoman apenas y se hace notar la presencia del terreno triásico, acompañado de erupciones ofíticas y sulfurosas.



La fuente principal de Coy nace en las calizas jurásicas de la Sierra de Bullas. Estas calizas son de color ceniza, muy compactas, algunas casi litográficas, y contienen núcleos de pedernal; caracteres todos típicos del jurásico en esta región.

La zanja donde nace la fuente está practicada en las margas jurásicas del borde de la formación, sin llegar a las calizas infra-yacentes. En análogas condiciones brotan en Coy otras fuentes de menor importancia.

Las margas jurásicas se tienden al Sur de Coy y están cubiertas de depósitos diluviales, que forman una larga mancha desde Coy a Doña Inés y desde este pueblo a las cercanías de Don Gonzalo. El diluvial está limitado al Este por el jurásico de Llorente y la loma de los Cantos, y al Oeste por el eoceno del Tornajo.

Entre Coy y Don Gonzalo hay primeramente un asomo ofítico de gran extensión, y más al Sur el jurásico se presenta muy tendido e interrumpido por el triásico en las cercanías de Coy. El eoceno que se encuentra en Doña Inés desaparece más al Sur, bajo el cuaternario.

Todo el valle entre Coy, Doña Inés y Don Gonzalo hasta las sierras jurásicas está en su mayor parte cubierto por el cuaternario. El subsuelo lo forma el jurásico, interrumpido a veces por asomos triásicos. En el espesor de calizas comprendido entre el cuaternario y las margas triásicas, queda embalsada el agua procedente de las sierras. El valle tiene su desagüe natural al Sur de Doña Inés, cerca de Casas Nuevas, en el nacimiento del río Turrilla.

En el llano de la Tejera, al Sur de Doña Inés, debajo del diluvial, hay calizas que pueden ser jurásicas o eocenas y se apoyan a su vez sobre margas, que en el primer caso serán triásicas y en el segundo jurásicas; de cualquier manera, las condiciones son muy favorables para que las calizas almacenen el agua procedente de las sierras.

En Don Gonzalo, al pie de la sierra del mismo nombre, nace una fuente en el contacto de las calizas eocenas con las margas del triás.

En todo el llano al Sur de Coy se encuentra agua a pocos

metros de profundidad, y lo mismo sucede al Sur de Doña Inés, donde el llano diluvial de la Tejera ha estado en muchas ocasiones inundado largas temporadas.

Desde Coy, los valles de Avilés y Doña Inés se dividen formando un ángulo, y llegan a su separación máxima a la altura de las Serretas de Don Gonzalo, Cabezo Redondo y la Paca, que forman un largo cordón calizo, que se extiende transversalmente a los valles.

Al Sur de la faja eocena de estas serretas hay una llanura de distintas condiciones hidrológicas que las anteriores cuencas.

A dos kilómetros al Sur de Don Gonzalo se encuentra una loma de formación triásica, llamada el Castillico, en la cual se halla la mina *Paca*; el mineral explotado es calamina, que se presenta en un filón-capa de gran potencia, arrumbado, como la sierra, próximamente de Nordeste a Suroeste, y casi vertical. Las calizas en que arma son negras, magnesianas, y corresponden al nivel medio del triás.

El agua es muy abundante en la mina, encontrándose en uno de los socavones un manantial de 11 litros por segundo. El agua se encuentra a unos 10 metros por debajo del nivel medio del valle.

El triás forma un anticlinal, cuyo eje, dirigido de Este a Oeste, deja asomar las calizas inferiores a las margas en el cabezo de la mina *Paca*. Esta faja triásica marca el límite meridional de la zona de Coy, considerada desde el punto de vista de sus condiciones hidrológicas.

La cuenca procedente de Avilés, que forma la rambla de los Abades, es pareja de la de Don Gonzalo, de la que se deriva la rambla de Turrilla. A la derecha de esta última, así como entre ella y la de los Abades, se encuentran dos lomas rebajadas, formadas por materiales cuaternarios, que contienen una considerable cantidad de agua, la cual se recoge en una galería.

Entre la masa de yesos, situada cerca del pueblo de Zarcilla de Ramos y el cerro de ofitas de la *Paca*, está la Serrata de las Hermanicas, formada también por ofitas y yesos.

El triás debe formar por debajo del suelo del llano un sinclinal con la misma orientación que el anticlinal del Castillico, en el cual aparecen las calizas triásicas. En los asomos que se encuentran tanto al Norte como al Sur no afloran más que las margas acompañadas de yesos y ofitas.

Al Nordeste de la casa de D. José Muliá, a dos kilómetros próximamente, aparecen las margas jurásicas con colores blancos y rojizos, que se presentan casi verticales y cierran por esta parte la cuenca del valle de Avilés.

Por la orilla derecha del Turrilla se extiende el cuaternario hasta las faldas de las Sierras del Almirez y Pericae. El triásico asoma en muchos puntos con gran cantidad de yesos y algunas ofitas, y más al Oeste, ya en las inmediaciones de la sierra, deja al descubierto las margas jurásicas.

La formación margosa del nivel superior del jurásico se extiende en una ancha faja en dirección Norte-Sur por delante de las Sierras del Almirez, Pericae, Culebrina y del Gigante, presentándose sus estratos muy plegados y con frecuentes cambios de buzamiento. En la región cercana a Zarcilla de Ramos queda cortada por los yesos y se oculta bajo la formación eocena.

Las sierras antes citadas están constituídas por potentes bancos de caliza jurásica; los que forman la cumbre son de igual estructura que los de Coy, mientras que los inferiores están formados por calizas oolíticas. Los estratos buzaban hacia el Noroeste, o sea en sentido contrario a las margas del nivel superior que aparecen en el valle. Esta disposición de las capas nos hizo sospechar la existencia de una falla con salto, y efectivamente, hemos visto confirmada esta hipótesis en el lugar llamado Ojos de Luchena, nacimiento del río de este nombre, donde puede observarse una falla que corre longitudinalmente por la falda de la Sierra Culebrina. Se produce gran afluencia de agua a lo largo de esta falla, que es la causa del nacimiento en este lugar del río.

En la orilla izquierda del río de Vélez, falda oriental de la Sierra del Gigante, se encuentra la fuente de Tirieza, de un caudal muy constante de 20 litros por segundo; brota esta fuente en el

contacto de los grandes bancos de calizas jurásicas con las margas de la misma formación. En análogas condiciones hay un nacimiento en el vecino pueblo de Fontanares.

Como los bancos de caliza que afloran en las cercanías de la fuente pertenecen al piso oolítico, lo que acusa la existencia de un salto en las calizas en este lugar, debe suponerse que este nacimiento está relacionado también con la falla longitudinal de los Ojos de Luchena.

El valle del río de Vélez, situado al pie de las sierras jurásicas antes citadas, está formado por margas grises eocenas, entremezcladas en algunas depresiones con las tierras cuaternarias, muy arcillosas. Hasta la serie de cerros llamados del Buitre, los Calares, los Caracoles, la Solana, etc., no aparecen las calizas eocenas, que tienen aquí menos espesor del común en la región. Son compactas, numulíticas, con el tono amarillento y azulado, característico de la formación.

En el eje del valle aparece cortado el eoceno por varios asomos oolíticos, acompañados de yesos y margas triásicas. Relacionado con uno de estos asomos está el nacimiento de aguas minerales de La Fuensanta, único en la comarca.

En los alrededores de Fuensanta, extendiéndose hasta las cercanías de Los Ojos de Luchena y las sierras jurásicas del límite de esta provincia con la de Almería, se presenta la formación eocena margosa con mucho espesor, y debajo se encuentran seguramente las jurásicas, circunstancias ambas que hacen que reúna esta región muy malas condiciones para efectuar sondeos y pozos.

Desde Fuensanta al Pantano de Puentes continúa el eoceno con la misma composición de margas grises arenosas; más adelante se encuentra un tramo muy potente de calizas y areniscas con buzamiento al Sudeste. El tramo margoso se presenta casi exclusivamente en el centro de la mancha, mientras que en sus extremos Nordeste y Sudoeste domina la caliza. El muro del Pantano de Puentes está construido en los bancos de molasa eocena.

El eoceno forma una ancha faja que, con dirección Nordeste a Sudoeste, atraviesa la parte Norte del término de Lorca, en gran-

des extensiones cubierto por mantos cuaternarios e interrumpido por los asomos ofíticos y triásicos ya citados. En la parte central los bancos ondulados buzán en conjunto suavemente hacia el Sur para ocultarse debajo del mioceno, mientras que en su borde septentrional se levantan unas veces apoyadas en el jurásico y otras en el triás.

### **Zona Sur de Lorca.**

El rasgo más saliente de la geología de la parte Sur del término de Lorca es la gran faja aluvial, que con un ancho que en algunos sitios llega a 10 kilómetros, se extiende de Sudoeste a Nordeste, pasando al pie mismo del pueblo de Lorca. Por el Norte queda limitada esta formación desde Lorca a Totana por un anticlinal mioceno, roto, según antes dijimos, por varios asomos triásicos. Desde Lorca hasta el límite occidental del término, la formación terciaria ha desaparecido y no quedan de ella más que algunos retazos, limitan al aluvial cerca de Lorca el triás y más al Oeste el estrato cristalino.

En el molino de Béjar, situado en la rambla del mismo nombre, que corta el camino de Lorca a Puerto Lumbreras, a mitad de su longitud, se muestran las calizas triásicas apoyadas sobre las pizarras del estrato-cristalino. Las calizas son duras y de segunda formación. Los bancos, muy gruesos, buzán al Oeste-Noroeste, de manera que van a ocultarse al lado opuesto de la Sierra del Caño, debajo del mioceno.

En las cercanías del cementerio de Lorca el triás está formado por margas, sobre las cuales se apoyan las areniscas rojas, que en este punto se presentan debajo de las pizarras talcosas, de aspecto primario, que deben corresponder a un nivel inferior al de las calizas magnesianas.

El valle aluvial termina cerca de Puerto Lumbreras, al pie de las sierras del Cabezo de la Jara y de Enmedio, unidas geológica e hidrológicamente con las formaciones de la provincia de Almería.

Entre la Sierra de Enmedio y la de las Marinicas, estribación

esta última de la Carrasquilla, se extiende por el Baldío y la Re-llana una estrecha faja aluvial. Por el Sudeste limita el valle de Lorca la formación estrato-cristalina de la costa, compuesta de grandes macizos de micacitas y pizarras, cubiertas, en parte, por los potentes bancos de caliza marmórea de la misma formación. También se encuentran casquetes de caliza triásica, como ocurre más al Oeste, en las cercanías de Águilas. Estos casquetes de caliza tienen una extensión relativamente pequeña, están aislados, sin comunicación con otros macizos que pudieran servirles de cuenca de alimentación, y no pueden, por lo tanto, dar lugar más que a fuentes de caudal escaso e inconstante, que disminuye rápidamente en cuanto se presenta una época de sequía. Estas fuentes no pueden, pues, de ninguna manera surtir de agua la vega de Lorca, sino que sólo abastecerán las fincas situadas en las vertientes de la sierra.

Hidrológicamente podemos decir que el término de Lorca tiene su límite en las micacitas de las sierras Carrasquilla, Almenara y Aguaderas, dique impermeable que separa la parte extrema meridional (donde es inútil intentar ningún alumbramiento) del resto del término que presenta tan variadas condiciones hidrológicas.

En la parte del valle de Lorca, que corresponde a la cuenca de la rambla de Viznaga, queda perfectamente conocida la naturaleza del subsuelo, pues el estrato-cristalino, que se extiende desde el pie de las Peñas de Béjar hasta las lomas de las Norias y los Nogales, en el límite del término de Vélez-Rubio, forma un fondo de barco que está cubierto por el aluvial en la mayor parte de su extensión. En algunos sitios se intercala entre las formaciones recientes y las primarias, el mioceno, como ocurre en las cercanías de Puerto Lumbreras, y en otras, como sucede en el Espartal, el triás.

Entre Puerto Lumbreras y Lorca, en la orilla izquierda del valle, aflora el triás, mientras que en la derecha sólo se ve la formación estrato-cristalina. El contacto de ambas formaciones queda oculto por un espesor de aluvial cada vez mayor, según nos vamos alejando del origen del valle.



Aguas abajo de Lorca un tercer terreno se suma a los anteriores. En la falda Sur de la Sierra de Tercia el mioceno se apoya sobre el triás y se oculta bajo el aluvial, no pudiéndose determinar ni la extensión del mioceno, oculto bajo dichos terrenos de aluvión, ni el límite Norte del estrato-cristalino.

En todo el valle, al Sur de Lorca, el único modo de alumbrar aguas sería por medio de sondeos artesianos a gran profundidad. Veamos las circunstancias que pueden presentarse en las tres zonas en que hemos dividido este valle.

En la cabecera del valle el estrato-cristalino es un nivel impermeable que recoge las aguas de una cuenca de recepción muy reducida, y como además el fondo del valle tiene aquí una inclinación considerable, las aguas subterráneas discurrirán río abajo sin que sea fácil alumbrarlas.

En la zona media, el espesor del cuaternario aumenta considerablemente. A las ya citadas aguas, que proceden del estrato-cristalino, se suman todas las que vienen de la orilla izquierda, conducidas en primer lugar por las rocas permeables del triás (calizas y areniscas), niveles generales permeables que recogen la aguas que se infiltran por todas las formaciones más recientes y quedan detenidas por el dique impermeable de pizarras. Esta disposición da lugar a la presencia de varios niveles acuíferos muy profundos, pues ya decimos que el espesor del aluvial en este paraje es muy grande y en algunos puntos habrá que añadirle el espesor de las margas triásicas.

El mioceno, muy levantado, se apoya sobre el triás del núcleo de la Sierra de Tercia; en la orilla opuesta del valle de Guadalentín se presentan unos contrafuertes de la Sierra de Aguaderas; las colinas que aquí se encuentran están constituidas por un conglomerado de cantos enormes de diversas clases de rocas del estrato-cristalino; en suma, parece todo este primer término de sierras como formado por los derrubios de los macizos de la Sierra de Aguaderas.

Dada la inclinación de los mantos superiores del mioceno y la ausencia de roca firme en la orilla opuesta, puede suponerse que

los bancos miocenos lleguen a apoyarse en el estrato-cristalino o que queden separadas ambas formaciones por un tramo intermedio del triás.

En análogas condiciones se encuentra la tercera zona; pero hay que tener presente que el mioceno, si bien puede dar lugar por sí mismo a la presencia de algunos niveles acuíferos, éstos no serán abundantes, y, en cambio, hará que los niveles antes considerados se encuentren aun a mayor profundidad.

### Conclusiones.

El término de Lorca no es de ninguna manera pobre en agua subterránea, sobre todo comparado con el de otras comarcas de las azotadas por la sequía, principalmente la del centro de la provincia de Alicante.

Hay, en efecto, regiones donde no es posible remediar con las aguas subterráneas la falta casi absoluta de las de lluvia, ya por no ofrecer condiciones para el alumbramiento el suelo de la localidad, ya porque sean sumamente costosas las obras para conseguir dicho alumbramiento.

Hay, en cambio, otras comarcas donde es grande la abundancia de aguas subterráneas y el coste que supone su alumbramiento, aunque muy elevado, lo compensa con creces el valor del agua extraída; este caso se presenta en Yecla y en Villena, alumbrándose las aguas en esta última localidad con pozos artesianos y en la primera con obras de mayor consideración y gasto.

No es ninguno de estos casos el que se presenta en el término de Lorca; las aguas subterráneas existen en el subsuelo, aunque no en mucha cantidad, y los gastos para su alumbramiento serán bastante elevados en la mayoría de los casos.

A continuación indicamos las obras que el estudio que hemos hecho del término nos hace suponer que son susceptibles de alcanzar éxito favorable. A los interesados corresponde considerar este asunto, desde el punto de vista económico, para proceder o no a su ejecución:

1.º Las condiciones en que se verifica el nacimiento de las aguas en la fuente principal de Coy nos hace suponer que su caudal se aumentará prolongando con una galería la zanja hoy existente, y como obra de mayor importancia se podría intentar la perforación de una galería a nivel inferior a la actual y en dirección a la masa de la sierra.

2.º En el valle de la Canaleja, al Norte de Avilés, en el sinclinal jurásico comprendido entre las sierras de Carboneras y Cambrón, se puede hacer un sondeo que atravesase las margas superiores para encontrar el nivel acuífero en las calizas infrayacentes. La profundidad a que se encuentra el nivel acuífero es pequeña, pues ni el diluvial ni las margas tienen un espesor grande, pero como la cuenca está abierta en dirección a Avilés, es muy probable que las aguas no sean surgentes, y, de todas maneras, su caudal no ha de ser muy abundante, dada la extensión de la cuenca de recepción.

3.º En los extensos llanos cuaternarios que hay entre Coy y Don Gonzalo, escogiendo los puntos más bajos, como el llano de la Tejera, se encontrará el agua en los pozos ordinarios a los pocos metros de profundidad. Un sondeo efectuado en estos mismos lugares encontraría un nivel acuífero muy abundante al atravesar las calizas que cubren el cuaternario, pero hay que tener en cuenta que las aguas tienen su salida natural hacia el nacimiento del Turrilla y no podrán ascender hasta la superficie.

4.º La fuente de Don Gonzalo desagua un macizo de calizas eocenas aislado y de muy poca extensión, y, por lo tanto, sería inútil hacer allí trabajos de alumbramiento.

5.º Las calizas cavernosas triásicas que tanto interés hidrológico presentan en toda la región, forman la sierra del Castillico, y éste es uno de los sitios donde los trabajos de investigación de aguas debe efectuarse. Hay aquí un caudal de aguas muy considerable que aumentará en gran proporción con la profundidad; por lo tanto, aconsejamos la perforación de un pozo ordinario en un punto bajo del valle, cerca de las calizas, con una galería en su fondo en dirección a la masa de estas rocas. Es natural que el

agua tendrá que elevarse con un motor, pues las condiciones topográficas no permiten que salga por su pie.

6.º En el cuaternario de la orilla izquierda del Turrilla se han hecho galerías para captar las aguas freáticas; pero no se puede precisar, como es natural, si se han recogido todas las aguas o sería reproductivo el ampliar los trabajos, lo que se puede determinar muy fácilmente por medio de datos experimentales.

7.º Las calizas triásicas únicamente afloran en el cerro del Castillico y Loma Larga, pero con un sondeo podría buscarse la prolongación del sinclinal hacia el Sur (Las Hermanicas); las aguas se presentarán en análogas condiciones que en la mina, y será necesario por lo tanto, elevarlas.

8.º La falla que corre longitudinalmente por la sierra de la Culebrina produce el desagüe de ésta en Los Ojos de Luchena; únicamente atacando a la sierra por un nivel inferior a la falla, podría aumentarse el caudal de las aguas que hoy nacen, pero para esto sería necesario hacer una galería de un coste completamente desproporcionado con el aumento de caudal que se obtuviera.

9.º La fuente de Tirieza, que da un caudal de unos 20 litros por segundo, nace en lo alto de la sierra, al Oeste del dique de margas de la falla. Con un socavón que parta de cerca del río Vélez, atravesando este dique y cortando la falla, se encontrará un caudal muy importante de agua, si bien disminuirá el de la fuente superior. Este socavón sería una obra muy costosa, pero reproductiva.

10. En la zona Sur de Lorca podemos resumir las condiciones hidrológicas antes explicadas, de la siguiente manera:

a) En la cabecera de la cuenca no conviene hacer perforación alguna.

b) En la parte media se encontrará debajo del aluvial un nivel acuífero, ya sea al llegar a las calizas triásicas o a las pizarras estrato-cristalinas.

c) En la parte inferior de la cuenca se encontrará este mismo nivel acuífero, pero a más profundidad, pues además de atravesar

el sondeo un mayor espesor de cuaternario tendría que cortar las capas miocenas.

d) En el mioceno podrían encontrarse también uno o más niveles acuíferos, pero de menor importancia.

e) Tanto en la parte media, como en la inferior de la cuenca, la posible presencia de un nivel de margas en el triás, impide que se pueda precisar la profundidad a que ha de llegar el sondeo para alcanzar el nivel acuífero principal.

f) Nos parece la parte más indicada para efectuar un primer sondeo, la faja situada al Sudeste de Lorca, entre la línea del ferrocarril de Lorca a Baza, y la rambla de Viznaga, y comprendida entre los Salobrales y el límite oriental del término.

## ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO

DEL

# TÉRMINO DE CIEZA

### Descripción geográfica.

El término de Cieza está situado en el límite de la provincia de Murcia, y linda con la de Albacete por el término de Hellín. Su terreno, muy montuoso, queda dividido en dos partes desiguales por el río Segura que lo atraviesa casi en toda su longitud en dirección de Poniente a Levante. Al Norte del Segura se extiende un terreno ondulado rodeado de elevadas sierras, mientras que al Sur del río sólo se encuentran las que forman el límite del término (lámina 14).

En la provincia de Murcia, desde el Norte de la capital, las sierras derivadas de la rama septentrional, de las dos en que se divide en esta región la Cordillera Bética, forman cadenas aisladas que se van elevando progresivamente hasta confundirse con los llanos de la Mancha.

Al Sur de Cieza se hallan las grandes sierras del sistema a que pertenece la de Espuña, y que continúan más a Levante por las del Carche y Las Pilas que comienzan muy cerca de Cieza, la primera al Norte y la segunda al Este de este pueblo, y forman a modo de gran anfiteatro que constituye la cuenca de la rambla del Moro. En los confines de Murcia y Alicante se unen ambas, tomando el nombre de Sierra de Salinas, en cuyas laderas occidentales está el pueblo de Yecla y nace la rambla del Judío.

Las sierras de la parte Norte del término se enlazan con las de



Jumilla, formando varias líneas paralelas en dirección Sudoeste a Nordeste. La primera serie está compuesta por las Sierras de los Mostenses, Cabeza del Asno, Picacho y Sierra del Molar; separada de éstas por la cañada del Judío, forma la Sierra Larga una segunda línea, y, por último, una tercera, también separada de la anterior por un profundo valle, está formada por las Sierras de Ascoy, Venís y Solana de Sopalmo. En el extremo Sudeste queda aislado de los macizos anteriores el Morrón. En la parte central del término, merecen citarse las lomas de Pinosa, Cabeza Redonda y el Hacho, de laderas escarpadas y coronadas por mesetas que dan un aspecto especial a la región.

Al Sur del Segura varía la dirección general de las sierras, la cual se aproxima a la del río, y el terreno está formado por dos series de sierras distintas de diferente altura; la primera comprende de Oeste a Este las Sierras de los Almadenes, el Fraile y el Jinete, con un elevado macizo central en el Almorchón. La segunda, que forma el límite meridional del término, está constituida por las Sierras del Lloro y la Atalaya.

En la orilla izquierda del Segura el barranco de la Quebrada del Batán recoge sólo las aguas de la vertiente meridional de la Sierra de la Cabeza del Asno. Mayor importancia tienen las ramblas del Agua Amarga y del Judío; la primera, procedente del término de Hellín, penetra en el de Cieza por el puerto de la Melera, que separa la Sierra de la Cabeza del Asno de la del Picacho, y vierte en el Segura a unos dos kilómetros aguas arriba de Cieza. La segunda atraviesa todo el término de Jumilla, corre a lo largo del valle que separa la Sierra del Picacho de la Larga y desemboca en el Segura a corta distancia de la Rambla del Agua Amarga.

El barranco del Larguerón, que a su vez separa la Sierra Larga de la de Venís, desemboca directamente en la rambla del Judío. Los barrancos de la Sierra de Ascoy tienen mucha menor longitud y mayor pendiente; entre los varios que existen merecen citarse los de la Virgen y Asensado.

Aguas abajo de Cieza, el único afluente del río es la impor-

tante rambla del Moro, que forma la línea de separación de este término con el de Abarán.

Por la orilla derecha recibe el Segura la rambla del Carcabó, que con su afluente el barranco de los Lobos, desagua en la llanura comprendida entre las Sierras del Lloro y el Almorchón.

Cerca de Cieza afluye al río, procedente del collado que separa la Sierra del Lloro de la Atalaya, una rambla que primero recibe el nombre de Madroñal y después de Meco.

## GEOLOGÍA

En términos generales, se puede decir que las sierras que se encuentran en el término de Cieza pertenecen, ya a la formación cretácea, ya a la eocena, y que los valles, más o menos quebrados, comprendidos entre dichas sierras corresponden al mioceno. El cuaternario se presenta con gran potencia en los aluviones del río, mientras que la formación diluvial, aunque muy extensa, tiene poco espesor. También asoman algunas manchas triásicas a través de las otras formaciones.

El triásico solamente se halla representado en Cieza por un piso de margas abigarradas, acompañadas de yesos y en algunos sitios por bancos de calizas compactas, fértidas.

En las cercanías del puente del Madroñal, a pocos kilómetros al Oeste de Cieza, se presentan los yesos con margas abigarradas que forman una mancha de corta extensión en medio del eoceno.

En la falda Noroeste de la Sierra de la Atalaya hay un pequeño asomo de margas y yesos que continúa hacia el Oeste hasta más allá de la casa de Juan Pérez, y se halla cubierto en su mayor parte por los derrubios de la sierra.

Al pie de las calizas de la fuente del Rey se encuentra un nivel de margas amarillas y un asomo de yesos triásicos, y cerca de la carretera de Mula también hay varios isleos triásicos de muy reducida extensión.

A una legua, aguas abajo de Cieza, también se encuentran los yesos y margas abigarradas del triásico, formando una faja que, en

dirección Este-Oeste, cruza el río con ancho de 500 metros, y rompe la continuidad del eoceno.

El cretáceo está representado por tres de sus tramos; el neocomiense, el cenomanense y el senonense. El primero, compuesto de margas verdosas y calizas arcillosas, únicamente asoma en el límite Sur del término, en el barranco del Menjuo. En estas margas se encuentran gran número de amonites y belemnites, algunos de los primeros piritosos y en muy mal estado de conservación; la presencia de este asomo del cretáceo inferior en este punto tiene interés geológico, porque dicho terreno no está señalado en el mapa, sino en el límite occidental de la provincia a gran distancia de Cieza.

Todo el terreno en las inmediaciones de este asomo está muy trastornado y pertenece a una región hundida y quebrada que se extiende entre la Atalaya y la Sierra del Lloro. El resto de la formación cretácea que se encuentra en el término de Cieza pertenece a los pisos cenomanense y senonense.

La carretera de Mazarrón bordea la Sierra del Lloro, formada toda ella por potentes bancos de caliza oscura, unas veces compacta y otras arcillosa y descompuesta. La fuente del Rey nace al pie de estos bancos de calizas, y tiene de uno a dos litros por segundo de caudal.

La Sierra del Lloro, de 600 metros de altitud, se alza entre los llanos de Cieza y los campos de Ricote y Cajitán.

En la Cabeza del Asno se presentan las mismas calizas sobrepuestas a las margas verdes características del cenomanense, las que a su vez reposan sobre areniscas blandas de igual edad. La misma constitución presentan las sierras del Picacho y Larga.

Las calizas cretáceas de la Sierra de la Cabeza del Asno son compactas, anteadas, y buzan hacia el Sur, formando una serie de contrafuertes (constitución análoga a la de la Sierra de Salinas). Estas calizas se apoyan sobre margas verdes cenomanenses que aparecen en la falda septentrional de la sierra. Sobre estas margas descansa una caliza fosilífera miocena, verdadero banco de pec-

tenes y limas, muy destrozados que debieron vivir en una playa agitada.

El pozo de la Melera, en la rambla del Agua Amarga, está practicado en el contacto de las calizas cretáceas con las margas y se halla 160 metros más alto que Cieza.

En algunos puntos de la Sierra de la Cabeza del Asno las arenas cretáceas son muy sueltas y blancas; en otros, más compactas y amarillas, otras veces metamorfoseadas por el hierro, formando criaderos de poca importancia industrial. Toda esta formación arenosa se extiende por el límite de Murcia y Albacete.

El eoceno está formado por calizas glauconiosas, claras, de grano grueso, alternantes con otros niveles margosos en las sierras de los Almadenes, Almorchón y El Jinete, y por grandes bancos de calizas blancas compactas y otros niveles de maciños azules y margas arenosas en las sierras de la Atalaya, Ascoy y Venís.

La sierra de Ascoy ofrece bastante variedad en la composición de sus estratos; las calizas de la fuente del Ojo son compactas y duras y contienen pocos fósiles; sin embargo, hemos encontrado numulitos, y en algunos bancos, que son de caliza coralígena con grandes coralaris, se encuentran también pecten.

En la vertiente meridional de dicha sierra se observa una alternancia de calizas, margas y maciños arcillosos que se puede considerar como una serie sucesiva de niveles en el siguiente orden: calizas compactas (las de la fuente), margas y maciños, repitiéndose esta serie varias veces. Puede observarse el principio de una de estas series en las calizas compactas que se explotan en las canteras del Fraile.

El pie septentrional de la sierra está 100 metros más alto que el que corresponde al valle de Cieza. Hay una falla por la falda Norte de la Sierra de Ascoy, que separa el eoceno de ésta del mioceno que forma el valle y que se extiende entre la Sierra Larga, la de Venís y la de la Cabeza del Asno.

En la Sierra de Venís el eoceno está representado por bancos de molasas alternantes con margas, en las cuales hemos encon-

trado un *Conoclypeus Vilanovae*, Cott, varios pequeños equinodermos y algunas náuticas.

Diferente constitución es la que tiene el eoceno en las Sierras de la Atalaya, el Jinete, las Lometas, los Pradicos, etc., que forman en conjunto una faja que se destaca aislada entre el mioceno del llano del río y la mancha triásica de la carretera de Mazzarrón. En el kilómetro 5 de esta carretera se cruza el extremo Este de la Sierra del Jinete, en la cual se pueden observar los potentes bancos de molasa y arenisca con coralaris y restos de conchas, que componen el eoceno de esta mancha.

La constitución del mioceno es muy uniforme en toda la parte central del término, e indica que se depositó durante un período tranquilo de sedimentación.

Todo el llano comprendido entre el Segura y las Sierras de Ascoy, Venís, Larga y Cabeza del Asno está constituido por las margas miocenas, que en algunos sitios están cubiertas por conglomerados, que han dificultado la acción denudadora, dando el aspecto de muelas a los cerros.

Las aguas corroyeron las margas y dejaron encima la capa de conglomerado. Todo indica que esta llanura miocena fué en otro tiempo el lecho de un río divagante.

La parte central del término, al Norte de Cieza, es, pues, una llanura, o más bien un terreno entrellano, compuesto por margas miocenas. Las margas tienen debajo una caliza brechoide, en la cual se encuentran fósiles miocenos, principalmente grandes pec-tenes. El deslinde entre las margas eocenas y las miocenas es difícil, sobre todo en las faldas de las sierras eocenas, pues ambas rocas son muy parecidas, no contienen fósiles y además se hallan cubiertas por los derrubios de la sierra, que impiden observar su línea de separación.

Desde Cieza, por la orilla derecha del Segura, corre una extensa mancha miocena, formada, como las que antes hemos mencionado, por margas, que se apoyan sobre un nivel de maciños y que a trechos se hallan ocultas por los aluviones del río. El buzamiento del mioceno en esta parte es, en general, al Mediodía, des-

ciendo suavemente hasta el río desde las sierras eocenas, que forman su orilla meridional.

La formación diluvial casi está reducida a los derrubios de las sierras y a algunas manchas pequeñas que a trechos cubren el mioceno. La formación aluvial, en cambio, presenta un enorme desarrollo, no sólo a lo largo del lecho del Segura, sino en toda la parte central del término, donde los aluviones han dejado un gran banco de aglomerados, y a veces conglomerados, coronando todos los cerros margosos eocenos y miocenos. Este banco, que con tanta constancia se presenta, sirve de soporte a Cieza, y se llama en la localidad lastra o losa del pueblo. Entre la casa de Charco Lentisco y la Sierra de la Cabeza del Asno, se extiende paralelamente a ésta, con un ancho de uno a dos kilómetros, una fajita cuaternaria de tierras muy pedregosas. En los barrancos se ve que llega a tener un espesor de más de 10 metros.

## HIDROLOGÍA

El término de Cieza es muy pobre en manantiales naturales, y como se verá, hasta el presente apenas se han hecho en él obras de alumbramiento de aguas.

En todo el valle del centro del término, formado por margas miocenas, no se encuentra ningún manantial.

En las sierras cretáceas del Norte, si exceptuamos la fuente del Judío, situada cerca ya del término de Jumilla, no se encuentra ninguna otra, circunstancia fácil de explicar si se considera la altura a que se halla la sierra y la ausencia en ella de nivel impermeable general.

Tampoco se encuentran fuentes en el eoceno de la Atalaya ni en las sierras de igual edad del Jinete, Almorchón y los Almadenes, que tienen su desagüe natural en el río.

En la Sierra de Ascoy hay hasta 10 ó 12 manantiales más o menos abundantes, tanto en la vertiente Sur como en la Norte. De las fuentes de la vertiente Sur la más abundante es la llamada del Ojo, en la cual un reciente aforo dió un caudal de 28 litros por segundo.



Esta fuente, cuya agua se emplea en el lavadero público, y la sobrante para el riego, está situada a un kilómetro al Nordeste de Cieza y 50 metros sobre el nivel de la población. El agua nace en el contacto de las calizas eocenas con las margas, que les son superiores.

En el barranco de la Virgen, entre las tierras de labor, hay una fuentecita, cuyas aguas proceden del mismo nivel de calizas que las de la fuente del Ojo. Al Oeste de esta última, seis u ocho metros más alta, está la del Zahariche, cerca de la cual existen otras tres más pequeñas, llamadas Las Pulguinas. Al Norte de estas fuentes, en el Rincón del Toledillo, nace entre las margas, en las ceranías de la caliza, la de Palomares. Cerca de ésta se ha hecho una zanja de unos 200 metros de longitud en dirección a la sierra para el alumbramiento de aguas; en esta zanja, que aun no está terminada, en la grava cuaternaria directamente apoyada sobre la caliza eocena que asoma en su fondo, se alumbró un caudal de unos 10 litros por segundo. La última fuente situada en este lado de la sierra es la llamada de la Fuensantilla.

En el Mayorazgo de Ascoy, al Noroeste de la sierra del mismo nombre, se encuentran, en una extensión de varios centenares de metros cuadrados, y en el fondo de una ancha nava cuaternaria, varias fuentes, que nacen en unos lechos de grava y cantos de caliza de bastante tamaño, que alternan con otros de arena fina directamente sobrepuestos a las margas miocenas del valle. Estas fuentes suman un caudal que pasa de 30 litros por segundo; las aguas se hallan a cuatro metros de la superficie y están cerca de 100 metros sobre el nivel de Cieza.

En la casa llamada de Lázaro, en el Mayorazgo de Ascoy, nace en el contacto del mioceno, representado por un nivel de margas muy potente, con el cuaternario, una fuentecita muy pobre al final de una galería de unos 200 metros de longitud.

Hacia la extremidad oriental de la Sierra de Ascoy, cerca de la de Venís, está el pozo del Alguacil, sin duda alimentado por las calizas de la Sierra de Ascoy.

En el llano, al Este de Cieza, hay una porción de pozos con

agua abundante, entre los cuales merecen citarse el de las casas de Albares o Masa, que da ocho metros cúbicos por hora, y el de las casas de Gramalejo, de 10 metros de profundidad, donde un motor de 10 caballos allí instalado no agota el agua.

Dentro del pueblo de Cieza, en la parte correspondiente al ensanche, todas las casas tienen en sus pozos, a seis u ocho metros de profundidad, el agua, que si bien no es abundante, basta para las necesidades domésticas.

En el sitio llamado Volvax, a orillas del río, nace una fuentecita en el contacto de las margas con unos potentes bancos de calizas.

Un punto interesante es el Borbotón, cerca del corte del río Segura, conocido con el nombre de los Almadenes; en este sitio, el mioceno, que se apoya sobre las calizas eocenas de la Sierra del Jinete, está formado por maciños, que se presentan en estratos muy delgados y homogéneos, alternando en algunos sitios con lechos de margas y con bancos más gruesos de caliza. Las calizas eocenas subyacentes forman un lomo, que levanta en forma de anticlinal las capas miocenas que quedan despegadas, y donde brota el agua que aparece en el Borbotón.

El mioceno forma playa sobre las calizas eocenas, y sus areniscas adquieren un grano más grueso con guijo menudo y restos de conchas, según van estando más próximas a la formación antigua.

La fuente de Los Pradicos, que abastece de agua potable Cieza, nace al pie de la Sierra del Lloro, y su caudal es muy pobre.

Veamos ahora la tectónica general del término de Cieza.

El nivel inferior del subsuelo está formado por el cretáceo, compuesto de tres pisos diferentes: el superior, de grandes bancos de caliza compacta; el medio, de margas, y el inferior, que se presenta con menos constancia, de areniscas deleznable.

Esta formación cretácea se muestra limitando el término por el Noroeste y Nor-Nordeste, según las sierras de los Mostenses, Cabeza del Asno, El Picacho, El Molar y Serreta Larga.

En el Sur del término la formación cretácea únicamente asoma en la Sierra del Lloro.

Las sierras cretáceas que limitan por el Norte el término ocupan la parte más alta de éste con un desnivel medio de unos 200 metros sobre Cieza.

El eoceno está formado por un nivel de grandes bancos de caliza en la parte superior, y debajo otro nivel donde alternan margas, maciños y calizas.

En algunos sitios, como ocurre principalmente en la Sierra de Ascoy, se presenta varias veces un gran banco de calizas compactas, bien porque haya más de un nivel de estas calizas o porque los estratos estén muy plegados y hagan aparecer como varios niveles distintos, el superior de calizas.

El eoceno se presenta en el término constituyendo de Este a Oeste las sierras de los Almadenes, Almorchón, Las Lomas, La Atalaya, El Morrón, Ascoy y Venís.

Sobre el eoceno se apoya el mioceno, formado por tres niveles, el más alto de gran espesor, compuestos de margas azules, otro inferior de maciños y un tercero, que sólo se presenta en algunos sitios, formado por calizas compactas.

El mioceno, que ocupa todo el centro del término, forma con los demás terrenos una cuenca hidrológica digna de investigación.

El agua que pueda contener esta cuenca procede de las sierras cretáceas que tanta altura alcanzan por el Norte del término. Estas sierras se hallan enlazadas con las de igual formación que se encuentran más al Norte en la provincia de Albacete y recogen el agua de lluvia de la meseta castellana.

Entre estas sierras, y a mayor altura que la comarca de Cieza, se extienden grandes llanos cuaternarios, que se prolongan hasta Jumilla y Yecla, los cuales embalsan en gran cantidad el agua de las sierras próximas, originando la existencia en ellos de ricos manantiales. Esto en cuanto al origen de las aguas y a su cantidad; veamos ahora cómo se reparte este caudal en su curso a través de las diversas formaciones.

En las sierras cretáceas del Norte de Cieza se determinan dos niveles acuíferos, uno que corresponde al de las calizas superio-

res, y el otro al de las areniscas inferiores, separados ambos por el nivel margoso.

Las aguas que pertenecen al nivel de las arenas se filtran con lentitud y descienden a gran profundidad; las correspondientes a las calizas discurren por las grietas de éstas, y detenidas por el nivel margoso inferior reposan en las calizas eocenas, sumándose a las que éstas directamente reciben; este fenómeno se verifica también en el paso del agua del eoceno al mioceno.

Es, pues, natural suponer que después de atravesar las capas margosas del tramo superior del mioceno se encontrará un nivel acuífero en los maciños y calizas de este sistema; otro nivel acuífero existirá en cada uno de los pisos calizos del eoceno y otro de mucha mayor importancia al alcanzar con el supuesto sondeo las calizas cretáceas.

Por la gran profundidad a que debe encontrarse, prescindimos ahora del nivel de las areniscas cretáceas, inferior al de las margas de la misma edad.

No nos atrevemos a asegurar que en algún punto de la cuenca se encuentre agua surgente, pero sí que será ascendente en muchos puntos, pues la característica de la cuenca de Cieza es que todo ascenso en la escala estratigráfica equivale a un descenso desde el punto de vista topográfico.

Un dato que demuestra la existencia de un caudal grande de agua con bastante presión en el contacto del eoceno con el mioceno, puede observarse claramente en un corte del río Segura que se llama Estrecho de los Almadenes, donde nace el manantial llamado el Borbotón; es éste un verdadero borbotón de agua que penetra en las del río rechazándolas a alguna distancia. En dicho punto las calizas eocenas, fuertemente plegadas, se levantan con las miocenas suprayacentes y se pliegan en un anticlinal. Como este fenómeno se verifica en el único punto donde asoman las calizas eocenas, junto al lecho del río y en el resto de éste no se presenta fenómeno análogo, podemos presumir, con fundamento, que la cuenca no se vacía en el lecho del Segura. Queda, sin embargo, el temor de que se halle abierta por el mediodía, aunque en la

superficie aparezca cerrada por las sierras de la Atalaya y del Lloro y aun más por algunos asomos triásicos que se encuentran junto a ellas.

Fuera del perímetro de esta cuenca también podrían alumbrarse aguas que, como las anteriores, tendrían su origen en las calizas cretáceas. En efecto, la rambla del Judío, que ya dijimos procede del término de Jumilla, atraviesa, antes de penetrar en la cuenca miocena, un largo valle formado por una faja cuaternaria que limitan a ambos lados las calizas cretáceas de la Sierra del Molar y la Serreta Larga. En el cuaternario de esta región se encuentra una alternancia de niveles arcillo-arenosos, en general impermeables, con otros de grava que en algunos sitios se han convertido en verdaderos conglomerados sumamente permeables.

Los niveles permeables recogen, tanto el agua caída en las sierras próximas, como la que procede de los extensos llanos cuaternarios de los términos de Jumilla y Yecla.

Un alumbramiento en tales condiciones es obra de un costo muy elevado para conseguir que el agua salga por su pie, y antes de emprenderla sería necesario hacer un estudio detallado de las sierras del término de Jumilla enlazadas con el valle de la rambla del Judío. Una vez efectuado dicho estudio y escogidos los puntos más convenientes, tendría que investigarse, por medio de pozos ordinarios, la profundidad a que se hallan los bancos de grava que conducen las aguas.

Estas aguas, en compensación a lo costoso de su alumbramiento, tendrían la gran ventaja de que, debido al punto elevado de su nacimiento, serían aprovechables para regar la parte del término de Cieza que se desee.

De las distintas sierras cercanas a Cieza donde podría intentarse hallar un caudal de agua situado a un nivel conveniente para abastecer la población sin necesidad de elevar el agua, ninguna reúne las condiciones de la de Ascoy.

Esta sierra está situada al Nordeste de Cieza y en su ladera afloran una serie de potentes bancos de caliza eocena alternantes

con otros de margas y maciños. Delante de las calizas forman las margas miocenas, juntamente con el triás, un dique impermeable sobre el cual rebosan varias fuentes. En el barranco de la Fuensantilla afloran, cubriendo la formación eocena, unas calizas de la base del mioceno. Haciendo un socavón emboquillado en las margas miocenas se cortarían varios niveles de caliza. Al cortar cada banco de caliza correspondiente a un nivel acuífero distinto se han de alumbrar sucesivamente distintas capas de agua, siendo más abundantes las más profundas.

### Conclusiones.

Las obras que se pueden emprender para el alumbramiento de aguas son las siguientes:

1.º Para abastecer la población lo más indicado es practicar una galería en la falda meridional de la Sierra de Ascoy, en el barranco de la Fuensantilla o Asensado. Esta galería se habrá de hacer en el punto más bajo posible, siempre que se gane nivel suficiente sobre el pueblo, y en dirección normal a la sierra. La longitud de esta galería debe ser de unos 300 metros.

2.º Un sondeo en la parte baja de la rambla del Judío sería muy interesante y podría proporcionar gran cantidad de agua, pero tiene el inconveniente de que sería necesario elevar las aguas que se alumbrasen, no ya hasta la superficie del suelo sino hasta una altura considerable sobre éste para dominar suficiente campo de riego.

3.º Perforación de un pozo ordinario en la rambla del Judío entre las Sierras del Picacho y Larga, fuera del borde del mioceno hasta alcanzar el nivel de grava que se encuentra en la base del cuaternario de aquella mancha, y cuando el aforo del caudal obtenido demuestre la conveniencia de extraerla, practicar una larga galería que saque por su pie las aguas del pozo.



# ÍNDICE

DE LAS

## MATERIAS CONTENIDAS EN ESTE TOMO

	Páginas.
PRÓLOGO.....	IX
<b>Constitución estratigráfica del Moncayo:</b>	
Nota acerca de la constitución estratigráfica del Moncayo, por P. Palacios.....	3
<b>Estudios relativos a la geología de Marruecos:</b>	
INTRODUCCIÓN, por Agustín Marín.....	15
<b>Zona de Ceuta, por E. Dupuy de Lôme y J. Miláns del Bosch..</b>	<b>39</b>
Descripción geográfica.....	40
Estudio geológico.....	44
Terreno hipogénico.....	47
Terrenos sedimentarios.....	49
Terreno estrato cristalino.....	49
— cambriano.....	57
— devoniano.....	61
— permiano.....	63
— triásico.....	66
— liásico.....	69
— eoceno.....	71
— plioceno.....	72
— cuaternario.....	73
Yacimientos minerales.....	74
<b>Zona de Tetuán, por E. Dupuy de Lôme y J. Miláns del Bosch.</b>	<b>77</b>
Descripción geográfica.....	77
Descripción geológica.....	82
Terreno estrato cristalino.....	85
— cambriano.....	88
— permiano.....	93
— triásico.....	97

	Páginas.
Terreno liásico.....	100
— eoceno.....	103
— mioceno.....	108
— plioceno.....	110
— cuaternario.....	112
<b>Zona Atlántica, por E. Dupuy de Lôme y J. Miláns del Bosch.</b> .....	<b>120</b>
Descripción geográfica.....	121
Estudio geológico.....	128
Terreno hipogénico.....	130
— sedimentario.....	131
— triásico.....	131
— eoceno.....	134
— plioceno.....	152
— diluvial.....	161
— aluvial.....	162
Notas hidrológicas.....	165
<b>Zona de Melilla, por A. del Valle y P. Fernández Iruegas.</b> .....	<b>171</b>
Descripción física.....	174
Orografía.....	183
Valles y llanuras.....	203
Hidrografía.....	206
Costas.....	212
Meteorología.....	212
Descripción geológica.....	215
Terreno arcaico.....	215
— siluriano.....	219
— triásico.....	224
— liásico.....	225
— jurásico.....	228
— cretáceo.....	229
— eoceno.....	230
Terrenos neógenos.....	231
Terreno mioceno.....	233
— plioceno.....	234
— pleistoceno.....	238
— actual.....	240
Hidrología.....	241
<b>Nota acerca de los criaderos de minerales de Guelaya,</b> <b>por A. del Valle y P. Fernández Iruegas.</b> .....	<b>255</b>
Criaderos de hierro.....	258
— de plomo.....	269
<b>Estudio petrográfico de las rocas hipogénicas de Marruecos,</b> <b>por Agustín Marín.</b> .....	<b>275</b>
Gurugú.....	278
Tidinit y alrededores.....	305
Montes de Beni-bu-Ifrur.....	314
Tres Forcas.....	333

	Páginas.
Ceuta.....	341
Asomos hipogénicos de la zona Atlántica.....	346
Resumen.....	348
<b>Estudios hidrogeológicos:</b>	
<b>En la provincia de Alicante, por E. Dupuy de Lôme y P. Novo y Chicarro.</b> .....	
Petrel.....	375
Novelda.....	379
Monóvar.....	385
Hondón de las Nieves.....	389
Orihuela.....	397
Crevillente.....	399
<b>Término de Lorca (Murcia), por E. Dupuy de Lôme y P. Novo y Chicarro.</b> .....	<b>402</b>
<b>Término de Cieza, por E. Dupuy de Lôme y P. Novo y Chicarro.</b> .....	<b>407</b>
<b>Término de Cieza, por E. Dupuy de Lôme y P. Novo y Chicarro.</b> .....	<b>425</b>

## ÍNDICE DE LÁMINAS Y PLANOS

### FOTOGRAFÍAS

#### Zona de Ceuta.

Campos cultivados en Beliunes.....	44
Punta Blanca: Pizarras talcosas.....	44
Agujas de cuarcita en la falda del Yebel Xinder.....	56
Playa de Benítez: Canteras en el permiano.....	64
»  »  »  Areniscas rojas con margas intercaladas.....	64
Cumbres liásicas del Yebel Musa.....	70
Dunas del río Negro.....	114

#### Zona de Tetuán.

Dxar Esquirix: Conglomerado permiano.....	96
Calizas liásicas del valle de Uad Quitzan.....	102
Caliza eocena de Izarduy.....	102

	Páginas.
Valle eoceno de Uad el Tzelatza de Uad Ras.....	108
Travertino de una fuente calcárea.....	114

**Zona Atlántica.**

Playa de Arzila.....	122
Aluviones del Lucus.....	126
Ain Yedid: Rebuscadores de sal.....	126
Dxar Beni Malec: Areniscas eocenas.....	140
Areniscas eocenas en el arroyo de Tzelatza.....	144
Derrubios terciarios en la costa de Ras-en-Nador.....	154
Menhir de Emzora.....	154
Areniscas Astienses del Es-Sahjel.....	158
El Jemis: Testigos de areniscas ferruginosas en las areniscas Astienses.....	160
Valle terciario invadido por una duna. Ain Delfa.....	166

**Zona de Melilla.**

Casa de la cabila de Beni-Sidel.....	178
Meseta Taxuda.....	200
Ruinas de la muralla de Taxuda.....	200
Borde occidental de la Meseta de Taxuda.....	202
Monte Tidinit.....	202
Huertas de la costa occidental de Tres Forcas.....	208
Foralites Pomelli y F. gracilis.....	224
Panescorsea de tejido fino.....	224
Trozos de Anélidos.....	224
Fræna.....	224
Artrophycus.....	224
Grietas en las margas rellenas de carbonato de cal.....	230
Margas y areniscas pliocenas: Tres Forcas.....	234
Cauce del Melha.....	236
Plioceno en el valle de Masin.....	236
Corte en el Masin.....	235
Arenisca del astiense, sobre tobas volcánicas.....	236
» » » » ».....	238
Molasas del plioceno: Tres Forcas.....	238
Erosión eólica en las dunas fijadas.....	240
Monte Uixan: Explotación de las chirteras.....	258
» » » » » Crestón de Alfonso XIII en la Cumbre.....	262
Compañía Setolazar.....	264
» » » » ».....	268

MICROFOTOGRAFÍAS, en negro.

	Páginas.
Andesita de la vertiente Norte del Gurugú.....	278
» del Norte de At-laten (Gurugú).....	278
» de la vertiente Sur del Gurugú.....	280
» del Gurugú.....	280
» » » » ».....	282
Roca de textura traquítica del Norte de At-laten (Gurugú).....	282
Agrupamiento de cristales de sanidino en una traquita (Gurugú).....	284
Andesita con biotita de la meseta de Tlat (Gurugú).....	284
Cristales de Labrador en una andesita. Tlat (Gurugú).....	286
Esferolitos de calcedonia en una andesita. Beni-Faklan (Gurugú).....	286
Andesita de las Canteras de At-laten.....	286
Obsidiana » » » » ».....	286
Cristal de enstatita en una traqui-andesita. Entre zoco Yemaa y Sebt.....	288
Andesita del Atalayón.....	288
Agrupación de cristales en una andesita del Atalayón.....	288
Basalto del Atalayón.....	288
» » » » ».....	290
Traquita próxima a Hach Chaui (Gurugú).....	290
Basalto de Idun.....	292
Labradorita de zoco el Had en Río de Oro.....	292
Andesita de Punta Negrí.....	292
Traquiandesita de Punta Negrí.....	292
Andesita de Punta Cárcel.....	294
Cristal de biotita alterado en una andesita de Punta Cárcel.....	294
Boca traquítica englobando un canto de andesita. Punta Cárcel..	296
Andesita de Tisingar.....	296
Esferolitos de feldespato en una andesita vítrea de la subida de Sammar a Az-Hasain.....	300
Cristales de sanidino en una caliza metamórfica. Nador.....	300
Cristal de plagioclasa maclado en una caliza metamórfica de Nador.....	304
Obsidiana andesítica del Tidinit.....	304
» » » » ».....	306
» » » » » con esferolitos.....	306
Agrupamiento de cristales de plagioclasa y biotita en una obsidiana andesítica del Tidinit.....	306
Andesita con biotita y hornablenda.—Campamento de Kadur.....	306
Dacita del barranco Maxin.....	312
Diorita característica del Uixan (río Uixan).....	312
» un poco cuarcífera (río Uixan).....	316
Cristal de biotita en una roca diorítica (Uixan).....	316
Porfirita diorítica (río Uixan).....	318
» » (Bocoia).....	318
» » con cuarzo (Barranco Bocoia).....	320
Cristal de apatita. Camino de Bu-At-laten a Henhamen.....	320



ÍNDICE

	Páginas.
Obsidiana andesítica (Hianen).....	322
Andesita con augita y hornablenda de Buharagua.....	322
»    de Tres Forcas.....	334
Obsidiana andesítica de Tres Forcas.....	334
Ofita de los Cenizos (Costa Atlántica).....	346

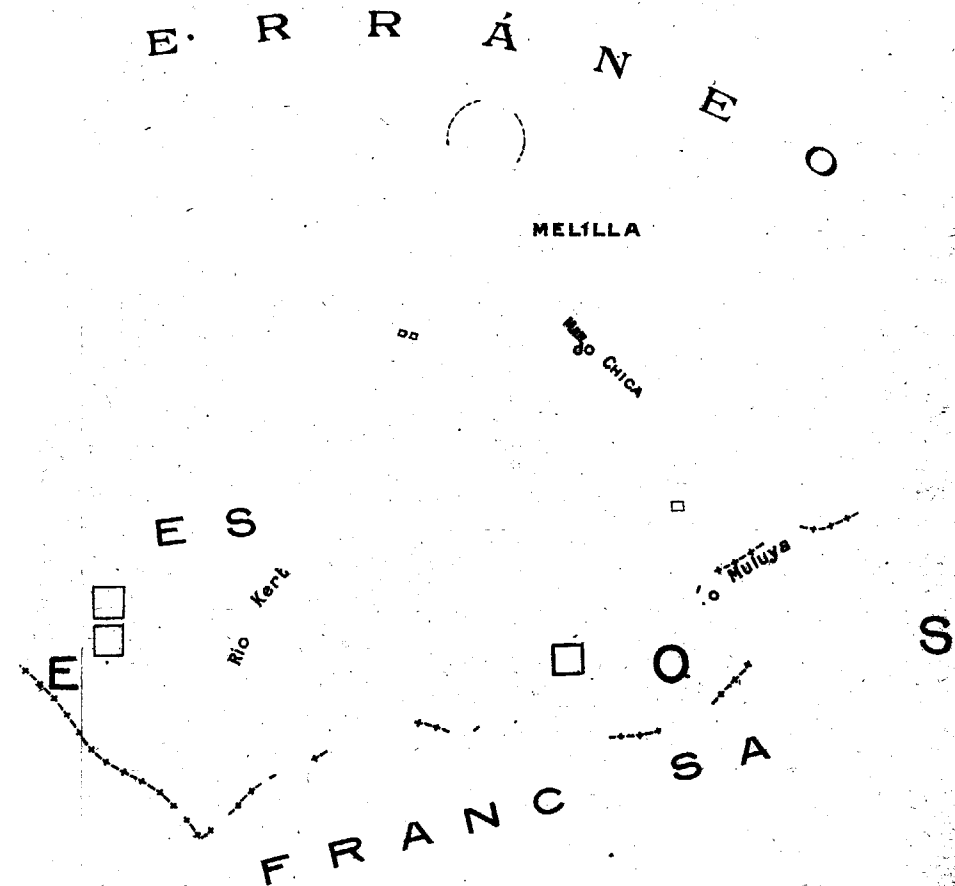
MICROFOTOGRAFÍAS, en color.

Andesita de Sidi Musa.....	282
»    »    Punta Cárcel.....	282
Basalto de Sidi Salem.....	288
Andesita. Camino de Yosuna a Sidi Amar.....	288
Lamprofiro micáceo de Aumal.....	314
Diorita del Uixan.....	314
Peridotita de Ceuta.....	342
Cristal de difiro.....	342

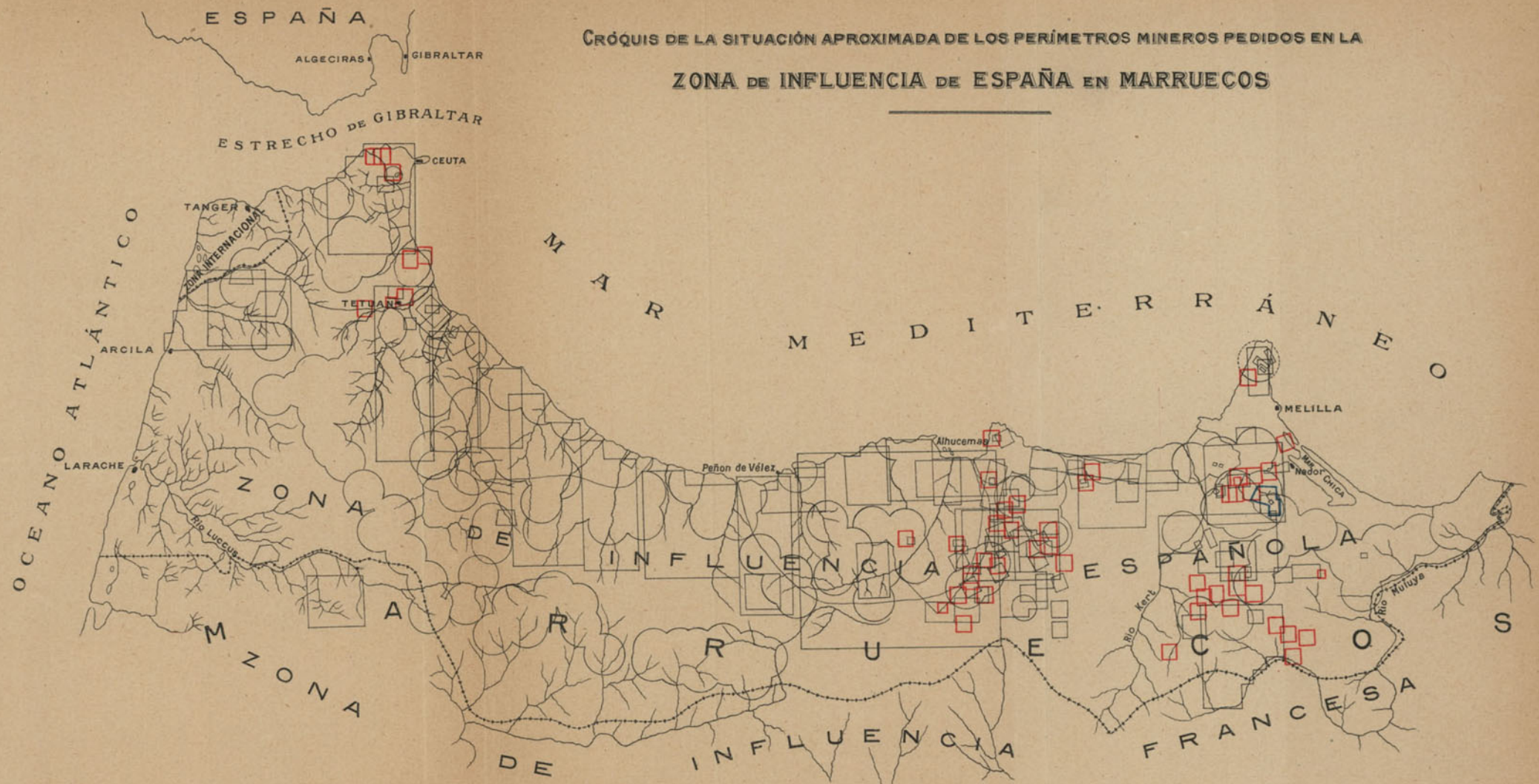
PLANOS

- Número 1.— Mapa minero de la Zona de influencia española en Marruecos.
- Número 2.— Plano geológico de la Zona de Ceuta.
- Número 3.— Cortes geológicos en la Zona de Ceuta.
- Número 4.— Plano geológico de la Zona de Tetuán.
- Número 5.— Cortes geológicos en la Zona de Tetuán.
- Número 6.— Croquis geológico de Tetuán y sus alrededores.
- Número 7.— Bosquejo geológico de la Zona Atlántica del Protectorado español.
- Número 8.— Mapa hipsométrico de Guelaya.
- Número 9.— Plano geológico de Guelaya.
- Número 10.— Cortes geológicos en la Zona de Melilla.
- Número 11.— Cortes geológicos en la provincia de Alicante.
- Número 12.— Cortes geológicos del término de Lorca.
- Número 13.— Mapa geológico del término municipal de Lorca (Murcia).
- Número 14.— Mapa geológico del término municipal de Cieza (Murcia).

RÍMETROS MINEROS PEDIDOS EN LA  
NA EN MARRUECOS



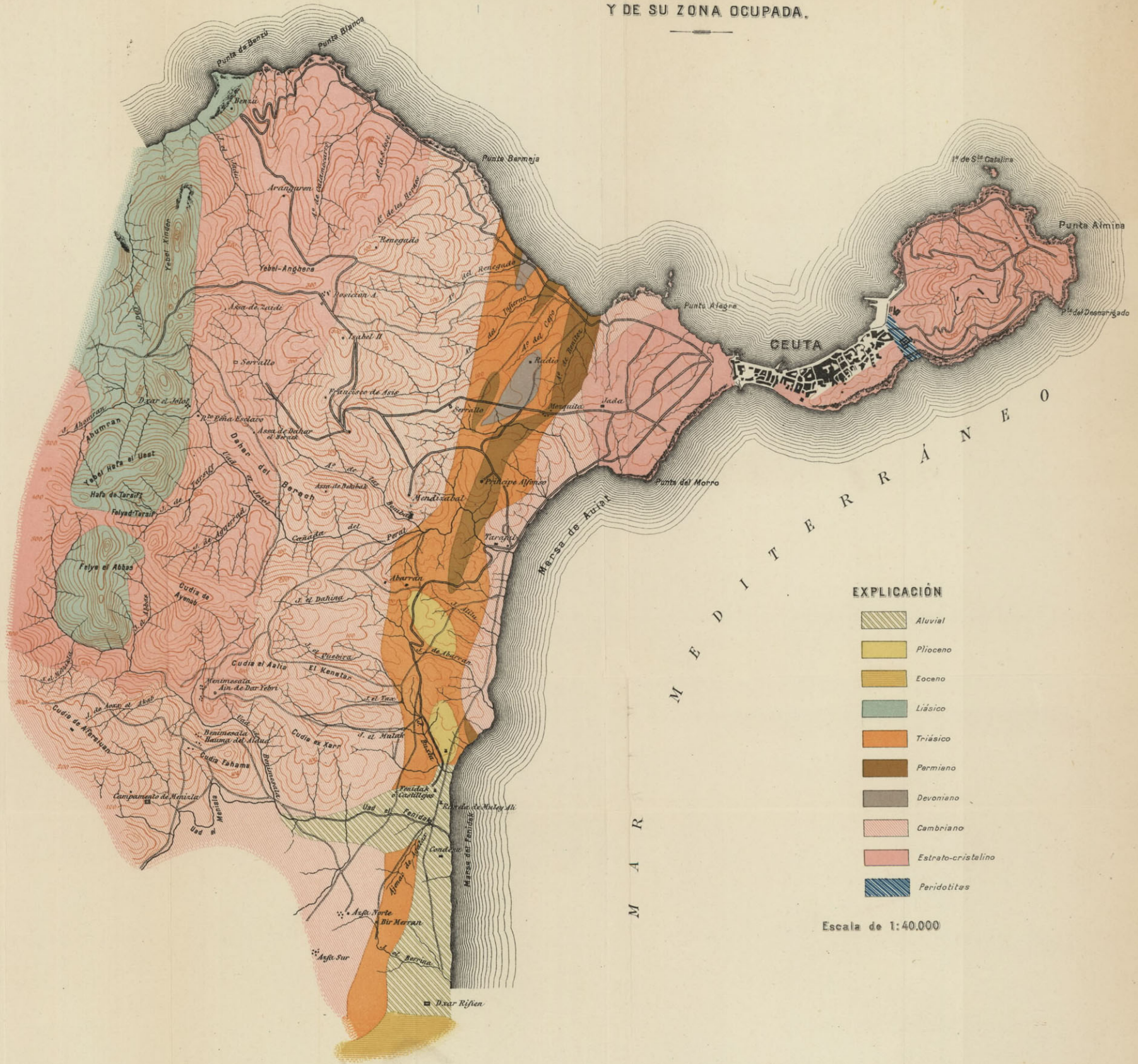
# CRÓQUIS DE LA SITUACIÓN APROXIMADA DE LOS PERÍMETROS MINEROS PEDIDOS EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE ESPAÑA EN MARRUECOS



Los perímetros en azul tienen concedido un permiso de explotación de la Comisión Arbitral de litigios mineros  
 id id id negro han sido solicitados de la misma.  
 id id id rojo id id id del Servicio de Minas jalliano.



PLANO GEOLÓGICO  
D E  
**CEUTA**  
Y DE SU ZONA OCUPADA.

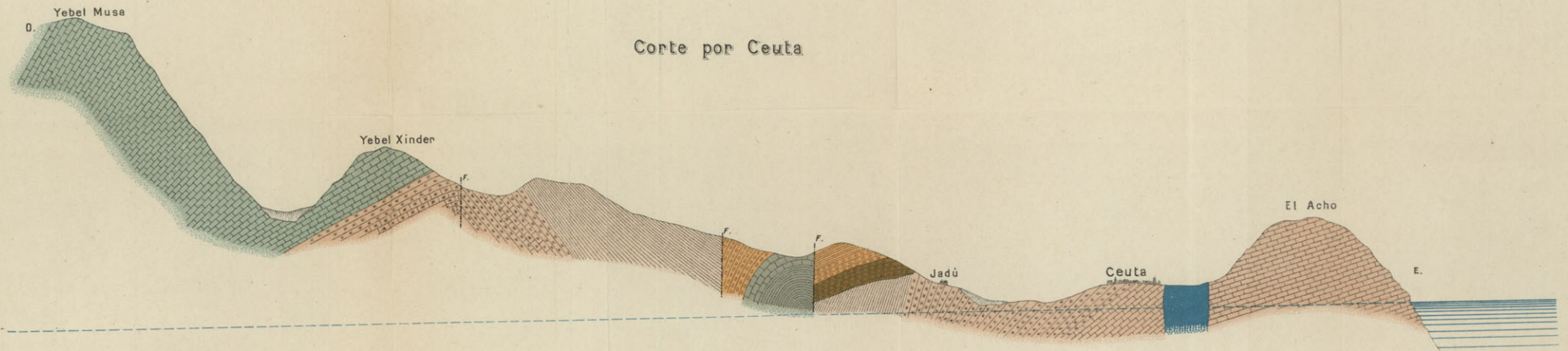


EXPLICACIÓN

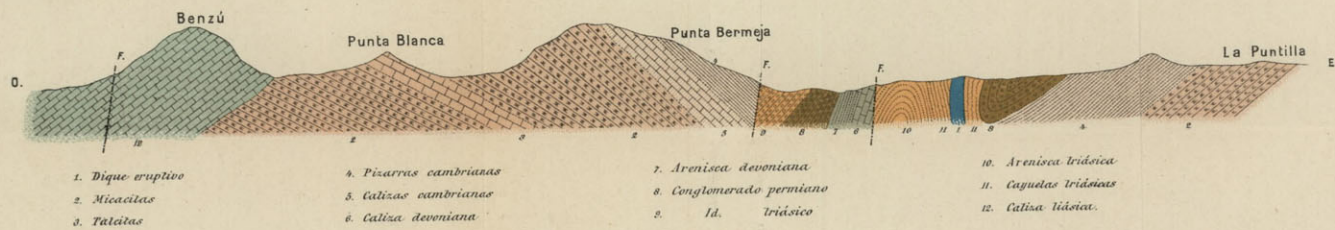
-  Aluvial
-  Plioceno
-  Eoceno
-  Liásico
-  Triásico
-  Permiano
-  Devoniano
-  Cambriano
-  Estrato-cristalino
-  Peridotitas

Escala de 1:40.000





Corte desde Benzú á La Puntilla



1. Dique eruptivo
2. Micacitas
3. Taleitas

4. Pizarras cambrianas
5. Calizas cambrianas
6. Caliza devoniana

7. Arenisca devoniana
8. Conglomerado permiano
9. Id. triásico

10. Arenisca triásica
11. Caguelas triásicas
12. Caliza triásica.

Escala horizontal, 1:40.000  
Alturas aumentadas 5 veces.

EXPLICACIÓN

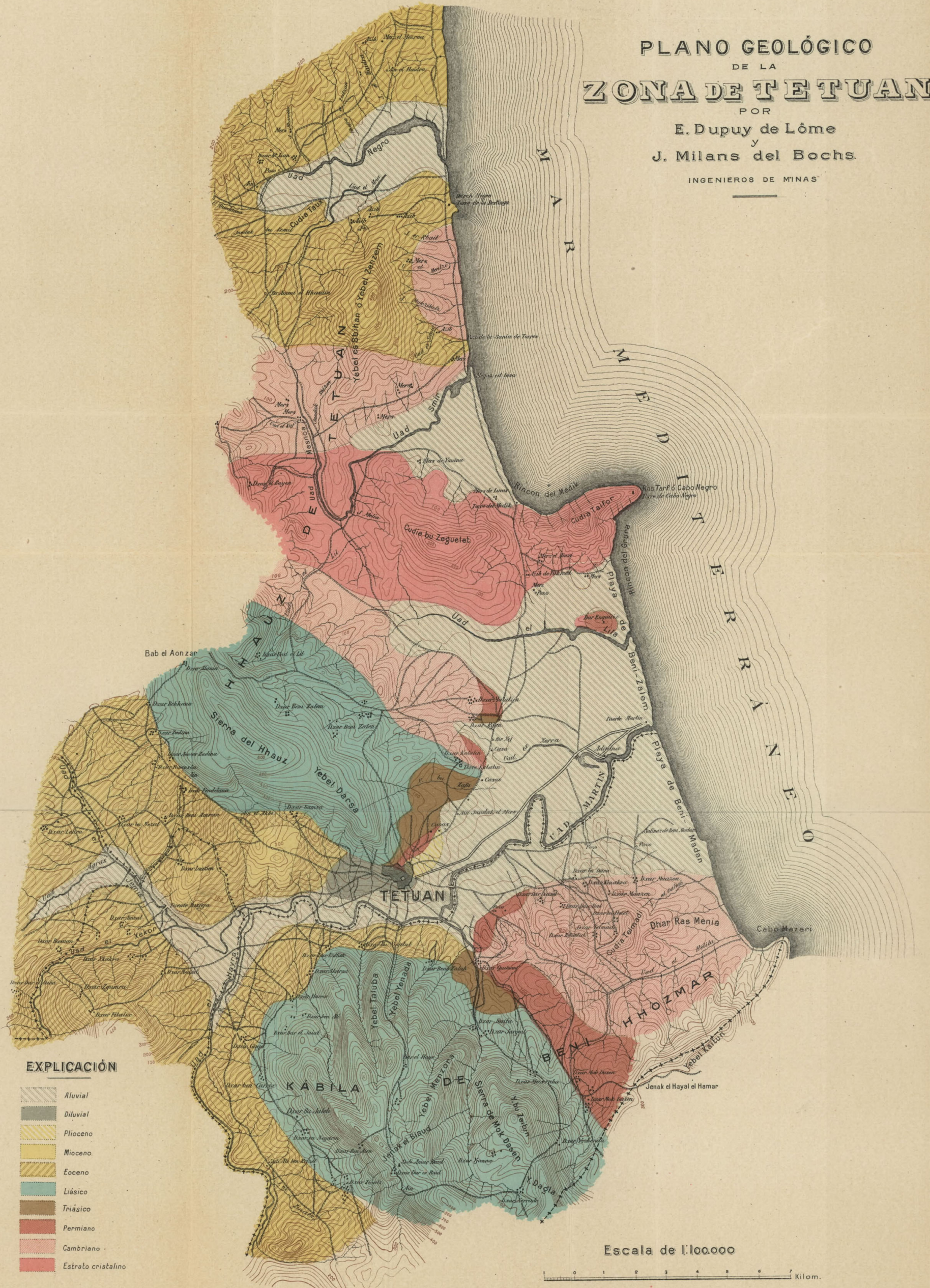
Cuaternario		Tierras
Liásico		Calizas
Triásico		Areniscas
		Conglomeradas
Permiano		Id.
Devoniano		Areniscas
		Calizas
Cambriano		Pizarras
Estrato-cristalino		Taleitas
		Micacitas
		Ones
Eruptivo		Peridótilas



# PLANO GEOLÓGICO DE LA ZONA DE TETUAN

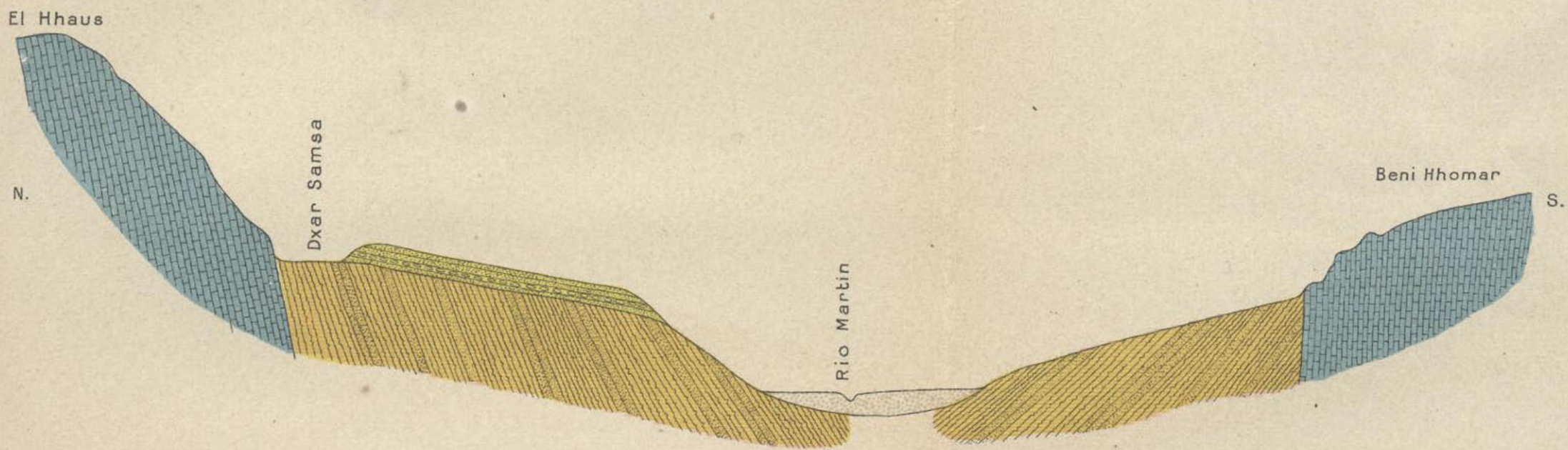
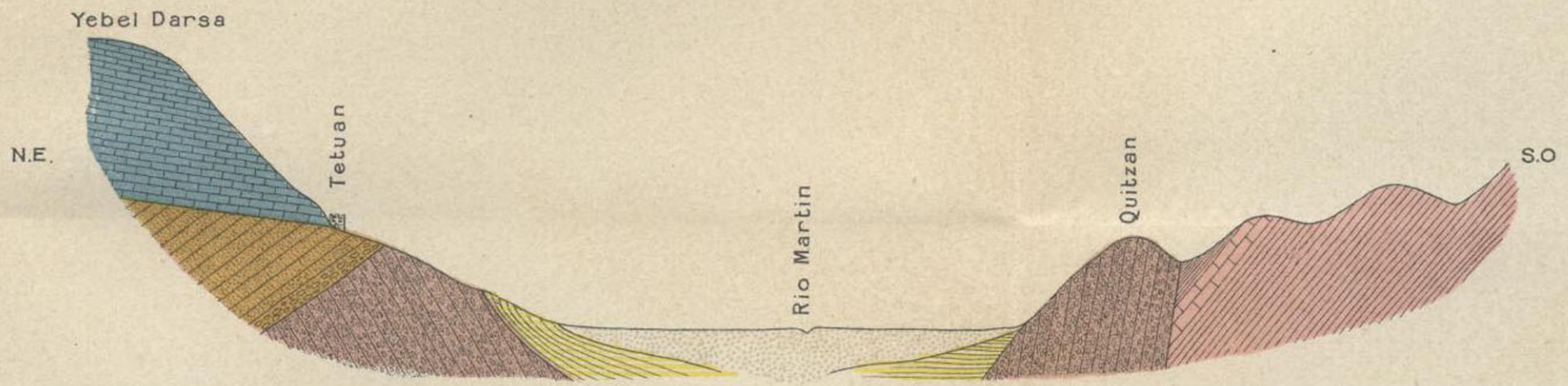
POR  
E. Dupuy de Lôme  
y  
J. Milans del Bochs.

INGENIEROS DE MINAS





# CORTES TRANSVERSALES DEL VALLE DEL RIO MARTIN (TETUAN)



<i>Arenas y limos</i>		Aluvial
<i>Arcillas</i>		Plioceno-plasenciense
<i>Moladas y conglomerados</i>		Mioceno-helvético
<i>Margas y areniscas</i>		Eoceno
<i>Calizas</i>		Lias

<i>Arenisca</i>		Trias.
<i>Conglomerado</i>		
<i>Conglomerado</i>		Permiano.
<i>Calizas</i>		Cambriano
<i>Pizarras</i>		

Escala de 1:50,000.

Alturas 5 veces mayores

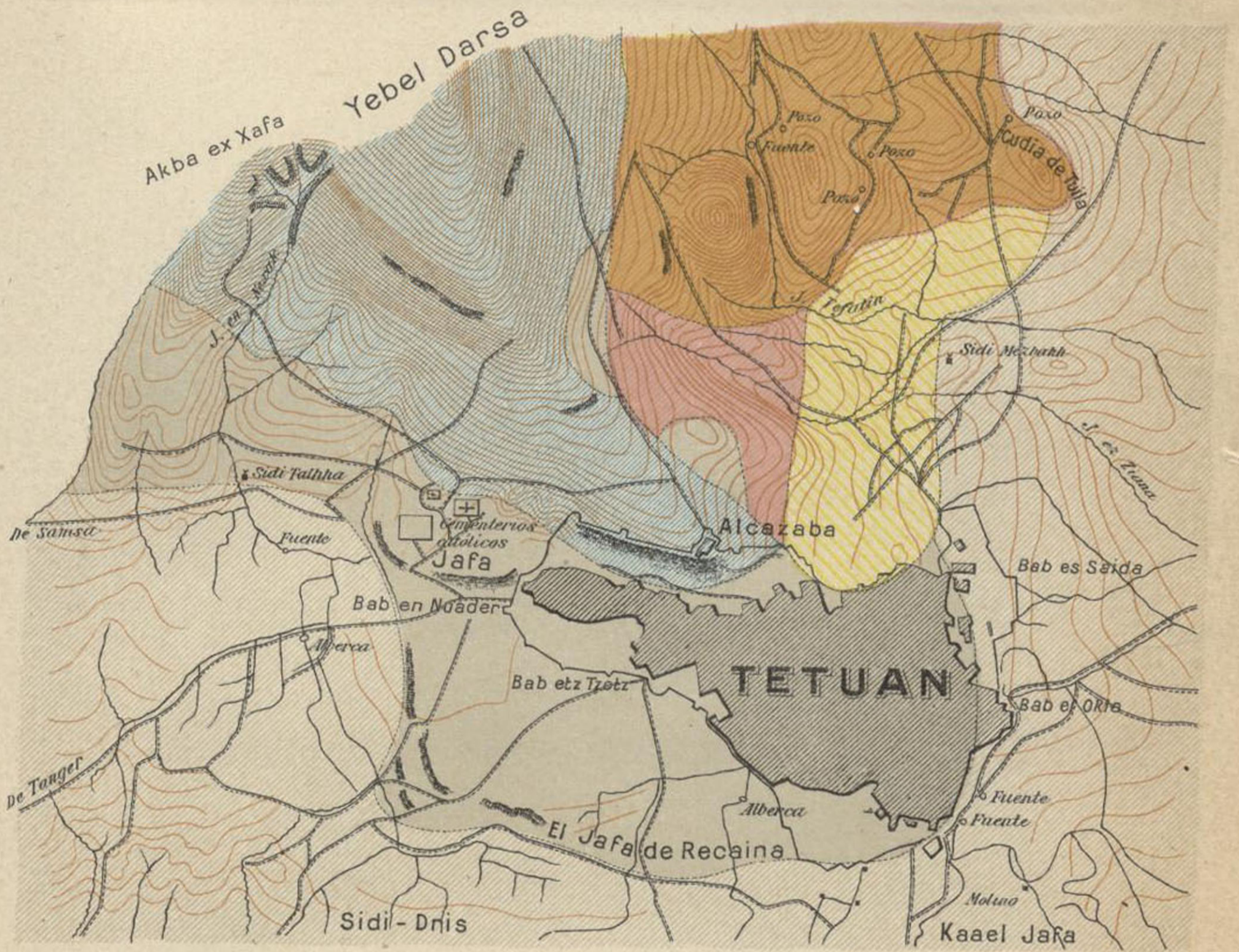



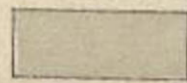

# CROQUIS GEOLÓGICO DE TETUAN



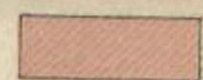
Y SUS ALREDEDORES

POR  
E. Dupuy de Lôme,  
y  
J. Milans del Bosch.

INGENIEROS DE MINAS



-  Aluvial
-  Diluvial
-  Plioceno

-  Lias
-  Trias
-  Permiano

Escala de 1:20,000.







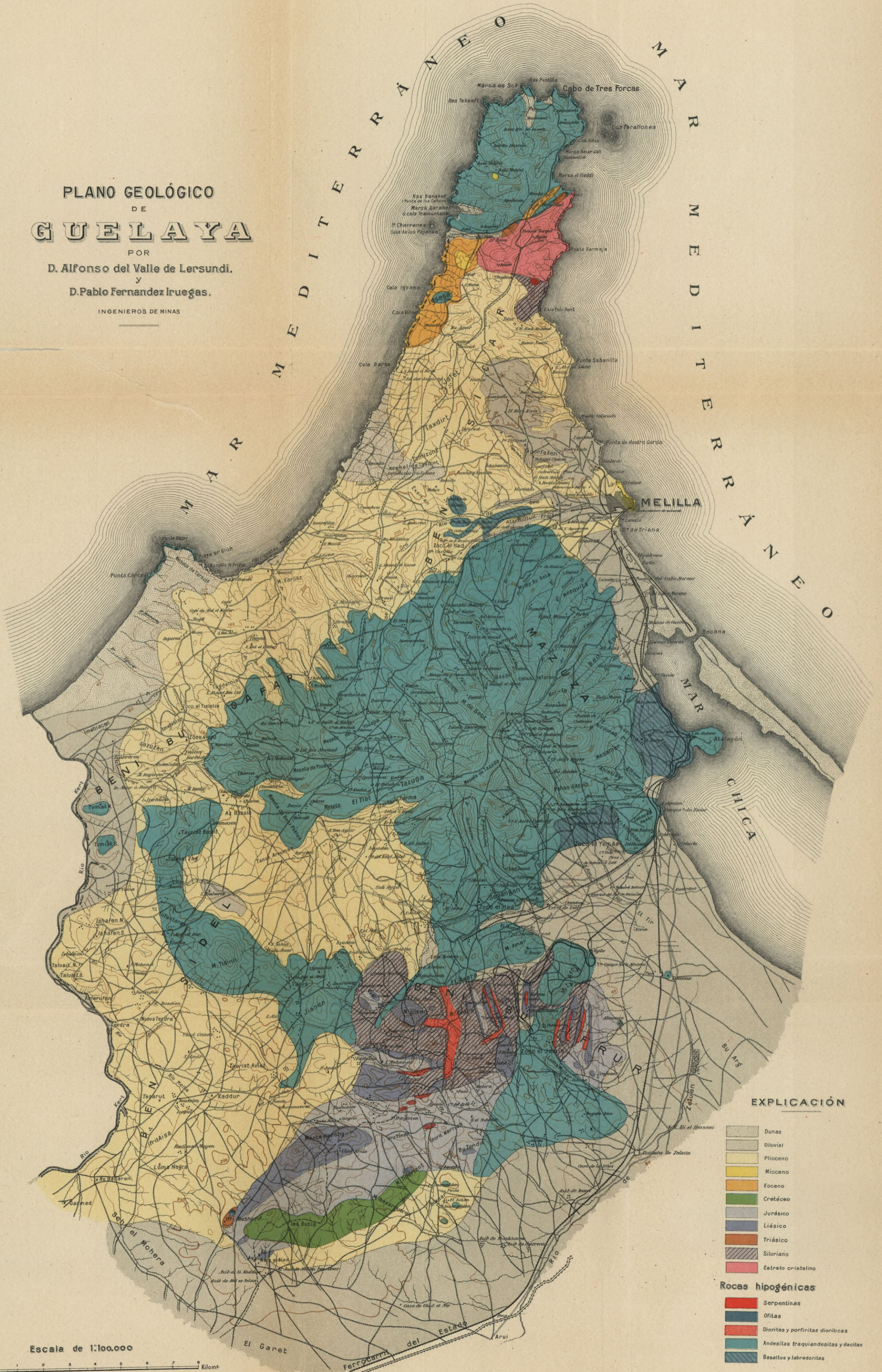




# PLANO GEOLÓGICO DE GUELAYA

POR D. Alfonso del Valle de Lersundi y D. Pablo Fernandez Iruegas.

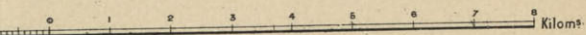
INGENIEROS DE MINAS



### EXPLICACIÓN

- Dunas
  - Diluvial
  - Plioceno
  - Mioceno
  - Eoceno
  - Cretáceo
  - Jurásico
  - Liásico
  - Triásico
  - Siluriano
  - Estrato cristalino
- Rocas hipogénicas**
- Serpentinias
  - Ofitas
  - Dioritas y porfirias dioríticas
  - Andesitas traquiandesitas y dacitas
  - Basaltos y labradoritas

Escala de 1:100.000

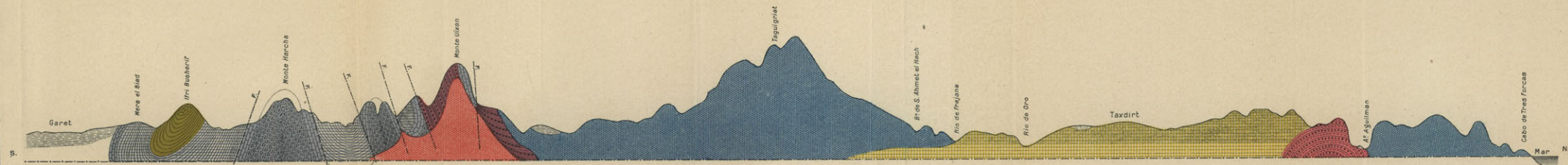




# ZONA DE MELILLA

## CORTES GEOLÓGICOS

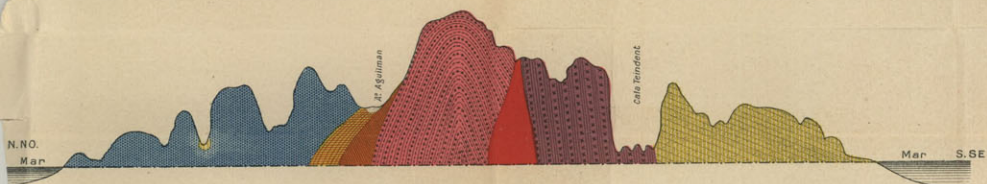
Corte geológico desde Mers el Biad al espigón del Cabo de Tres Forcas, pasando por los macizos montañosos de Beni bu Ifrun y del Gurugú



Escala de 1:100.000

Verticales aumentadas cinco veces.

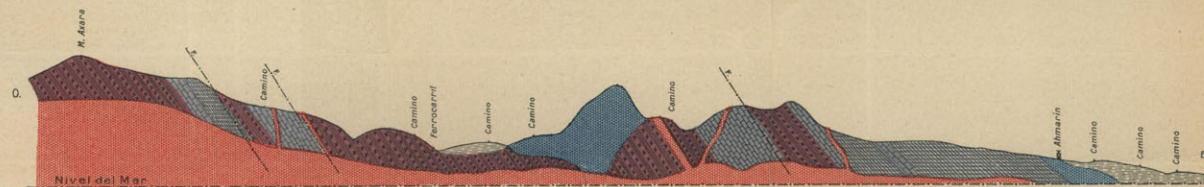
Corte geológico del Cabo de Tres Forcas desde Dzar Mahfut á Cala Teindent.



Escala de 1:50.000.

Alturas 5 veces mayores

Corte geológico del macizo montañoso de Beni bu Ifrun.



Escala de 1:25.000.

Alturas 2 veces mayores

- Dunas
- Diluvial
- Plioceno

- Margas y arcillas*
- Margos y arcillas*

- Eoceno
- Cretáceo
- Jurásico

- Margos*
- Cálizas margosas*
- Aréolas margosas*
- Diatomas calcáreas*

- Liásico
- Triásico
- Siluriano

- Calizas de lija*
- Id. compactas*
- Calizas y silíceas*

- Estrato cristalino
- Rocas hipogénicas

- Anteolita y micaolita*
- Serpentinas
- Dioritas
- Anesitas braquiandesitas y dacitas



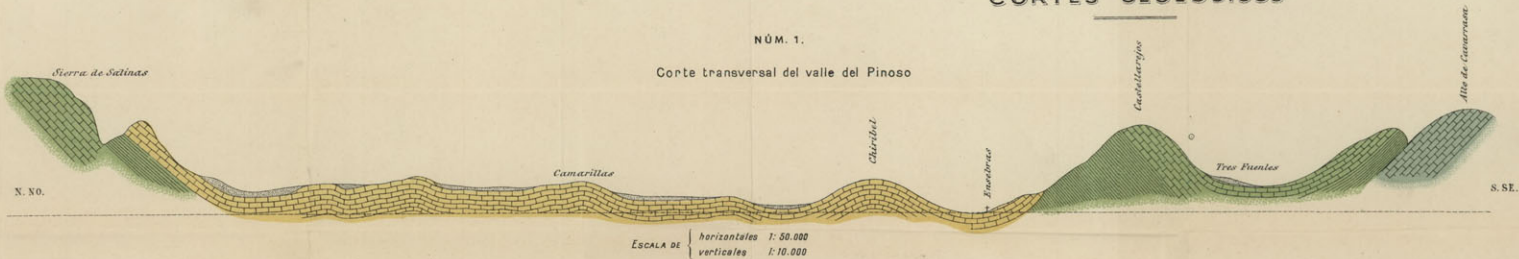
# Estudios hidrogeológicos en la Provincia de Alicante

Por los Ingenieros de Minas  
D. ENRIQUE DUPUY DE LOME Y D. PEDRO NOVO Y CHICARRO

## CORTES GEOLÓGICOS

NÚM. 1.

Corte transversal del valle del Pinoso



ESCALA DE horizontales 1:50.000  
verticales 1:10.000

NÚM. 2.

Esquema de la disposición de las fuentes de Monóvar



Planta

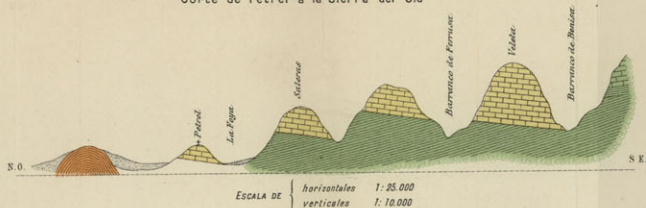


Puede observarse que el agua de las fuentes indicadas en este esquema debe proceder de la cuenca del Hondo, que está más alta que el valle de Vinalopó y de la que corre por la falla que sigue al largo de la faja oscura que forma las serratas de la Sierra, Bilaire y Peb de la Zafra.

Como la fuente de Chinoria está más alta que la de la Cabada y se ha observado que cuando esta se cierra tarde un mes en dar agua la primera, parece indicar esto, claramente, que la cuenca del Vinalopó se alimenta de la del Hondo que sirve de depósito.

Nº 3. A.

Corte de Petrel a la Sierra del Cid



ESCALA DE horizontales 1:25.000  
verticales 1:10.000

Nº 3. B.

Corte transversal del barranco de Pusa



ESCALA DE horizontales 1:25.000  
verticales 1:10.000

Nº 3. C.

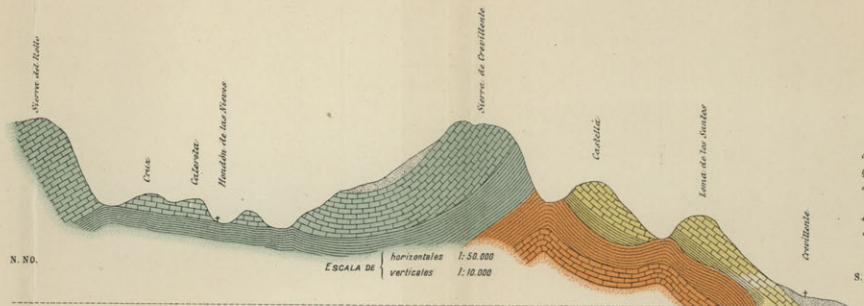
Corte transversal del barranco de Pusa  
2 ks. al N. del B.



ESCALA DE horizontales 1:25.000  
verticales 1:10.000

Nº 4.

Corte transversal de las Sierras del Rollo y Crevillente



ESCALA DE horizontales 1:50.000  
verticales 1:10.000

Nº 5.

Cortes de las Sierras de Orihuela y de la Murada



ESCALA DE horizontales 1:100.000  
verticales 1:10.000

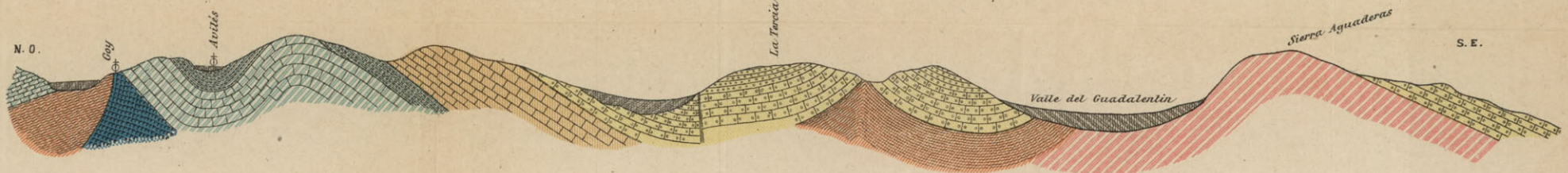
### Explicación

Cuaternario		
Mioceno		Margas inferiores
		Calizas
Eoceno		Margas superiores
		Calizas
Cretáceo		Margas
		Calizas
Jurásico		Margas
		Calizas
Triásico		Margas y yesos
		Calizas

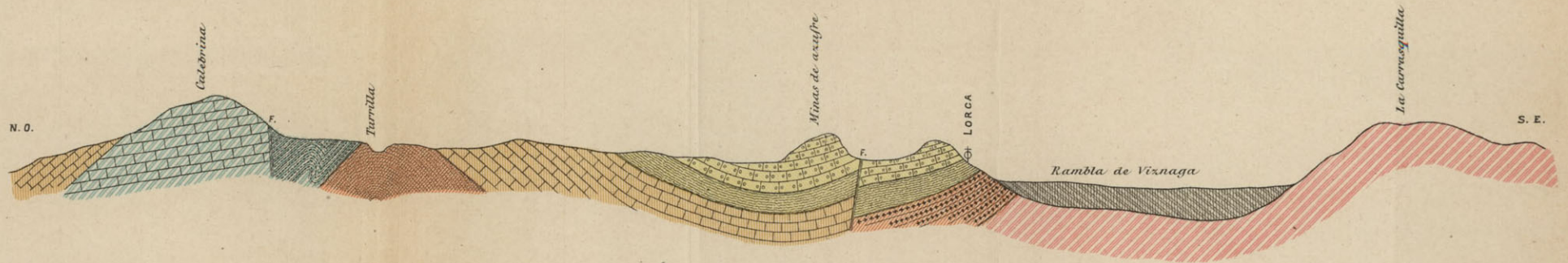


CORTES GEOLÓGICOS DEL TÉRMINO DE LORCA

CORTE N.º 1.



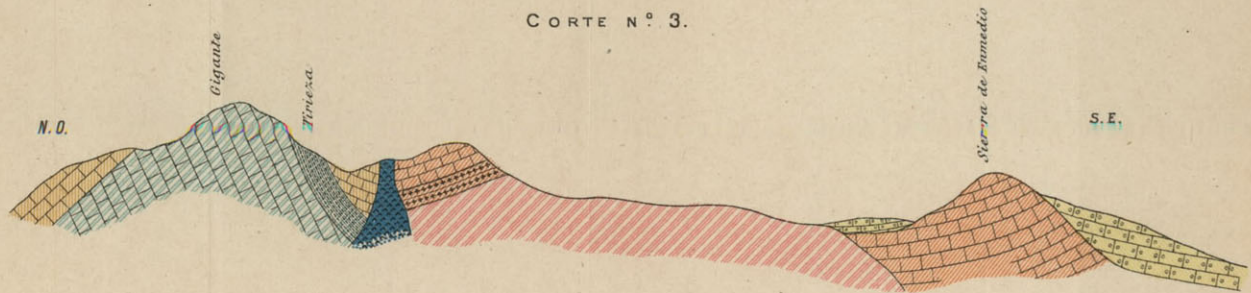
CORTE N.º 2.



EXPLICACIÓN

	..... Alluvial		..... Jurásico Calizas
	..... Diluvial		..... Triásico Margas
	..... Mioceno Conglomerados		..... " Calizas
	..... " Molasas		..... " Areniscas
	..... " Margas		..... Estrato cristalino
	..... Eoceno		..... Ofitas
	..... Jurásico Margas		

CORTE N.º 3.



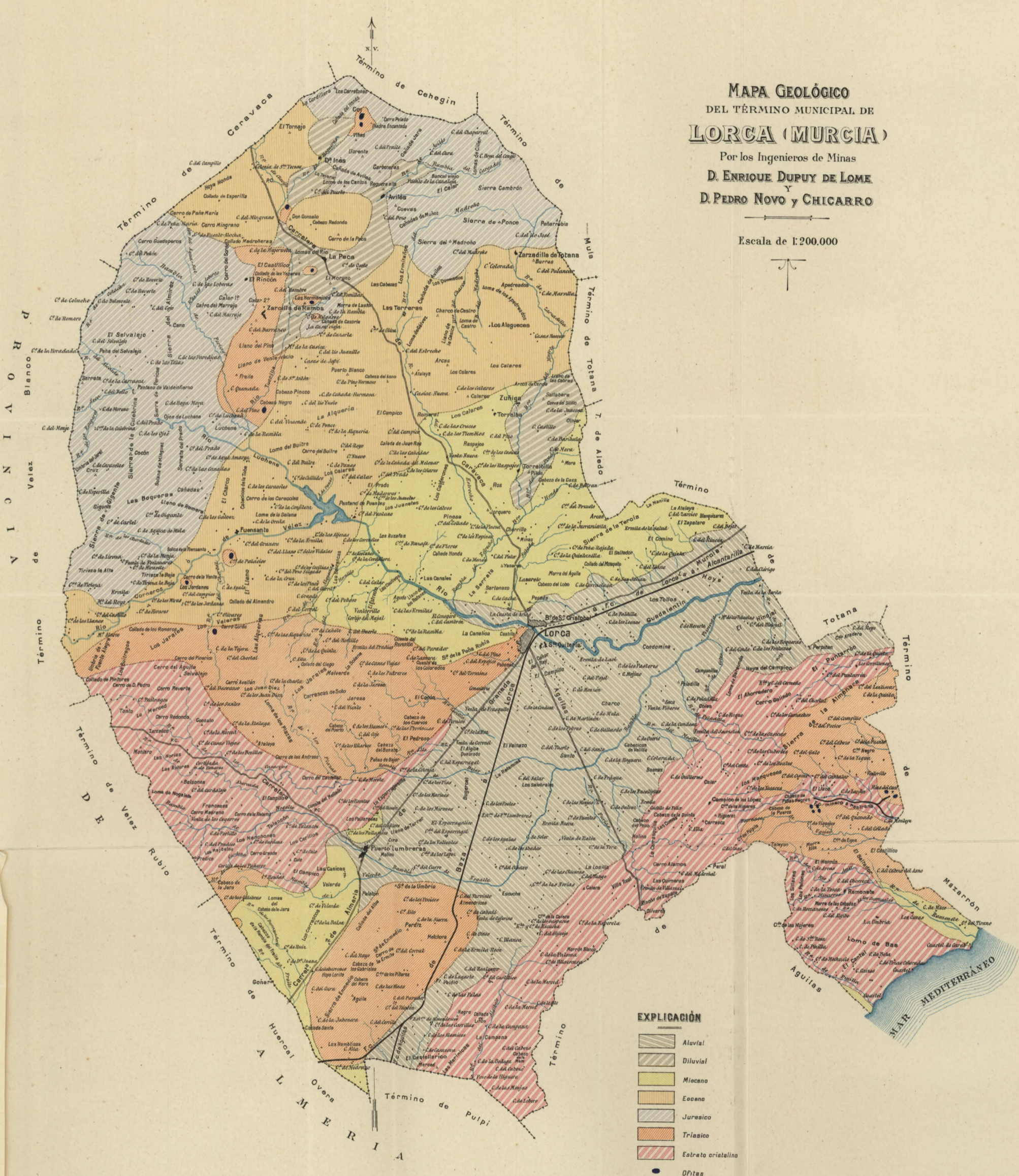
ESCALA 1: 200.000



# MAPA GEOLOGICO DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE LORCA (MURCIA)

Por los Ingenieros de Minas  
**D. ENRIQUE DUPUY DE LOME**  
Y  
**D. PEDRO NOVO Y CHICARRO**

Escala de 1:200.000



### EXPLICACIÓN

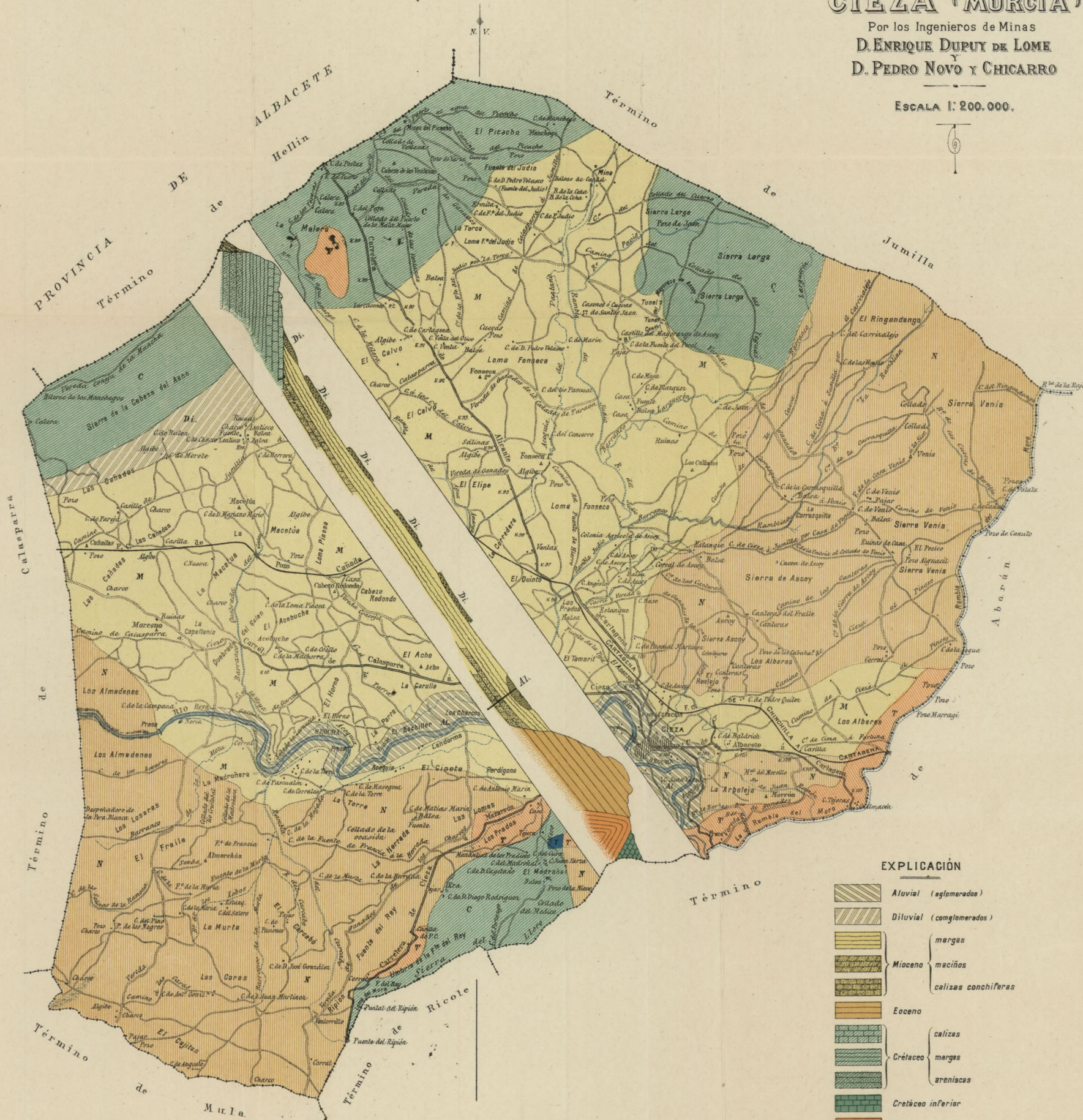
- Aluvial
- Diluvial
- Mioceno
- Eoceno
- Jurásico
- Triásico
- Estrato cristalino
- Dfites



# MAPA GEOLÓGICO DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE CIEZA (MURCIA)

Por los Ingenieros de Minas  
D. ENRIQUE DUPUY DE LOME  
Y  
D. PEDRO NOVÓ Y CHICARRO

ESCALA 1:200.000.



### EXPLICACIÓN

- Aluvial (aglomerados)
- Diluvial (conglomerados)
- Mioceno
  - mergas
  - maciños
  - calizas conchíferas
- Eoceno
- Cretáceo
  - calizas
  - mergas
  - areniscas
- Cretáceo inferior
- Triásico
- Ofitas