

LOS YACIMIENTOS
DE
CASITERITA Y WOLFRAMITA DE MAZÁN

EN LA PROVINCIA DE LA RIOJA (REP. ARGENTINA)

POR H. KEIDEL Y W. SCHILLER

I

Yacimientos del grupo de los « filones de casiterita » propiamente dichos que están caracterizados tan marcadamente por la paragénesis de sus minerales, se han encontrado hasta hoy, respecto á la República Argentina, en las provincias de San Luis y Córdoba igualmente como en La Rioja y Catamarca. Estas provincias lindan una con la otra, y en sus territorios se alzan, en general aisladas en las llanuras bajas, las cadenas llamadas por Stelzner ¹ « Sierras pampinas ».

Dichas montañas son muy ricas en diferentes yacimientos de minerales. Por esta razón ya se les ha mencionado repetidas veces en la literatura científica al respecto. Empero, la mayoría de estos yacimientos tienen más interés científico que práctico. Generalmente son, bajo las condiciones de hoy ó de todos modos, demasiado mezquinos ó demasiado pequeños. Entre los pocos ejemplos que son, en cuanto á esto, una excepción, ocupan el primer lugar algunos de los diques de cuarzo y mica que llevan wolframita, especialmente los de la Sierra de Córdoba ².

¹ A. STELZNER, *Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der Argentinischen Republik. I. Geologischer Theil. Beiträge zur Geologie*, etc. Cassel und Berlin, 1885. Páginas 1 y 2.

² G. BODENBENDER, *Los criaderos de wolfram y molibdenita de la Sierra de Córdoba. Comunicaciones mineras y mineralógicas. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias. en Córdoba (República Argentina)*, tomo XIV, entrega 1ª, páginas 93-109. Buenos

De los diques estaníferos que se conocen hasta hoy, unos están situados en la provincia de La Rioja, en la vecindad de Mazán ¹ cerca del ferrocarril que conduce desde la estación de Cebollar (línea La Rioja-Chumbicha) á Tinogasta; otros se hallan al norte de Tinogasta (entre Belén y Fiambalá) en la provincia de Catamarca cerca de la frontera con La Rioja. Las minas de Mazán que consideraremos aquí están bien abiertas por los trabajos de minería. Á más de la casiterita contienen también wolframita. En los yacimientos de la mina «San Salvador» entre Belén y Fiambalá el estaño se encuentra, á veces, en concentraciones muy ricas y acompañado de topacio, en pegmatitas y greisen que rodea las pegmatitas ².

Nosotros dos investigamos las minas de Mazán y sus alrededores en el mes de septiembre del año 1908 bajo el punto de vista geológico. Siendo sumamente pobre la vegetación en esta región tan árida y como tuvimos la ocasión de mirar todos los cortes naturales y artificiales hemos podido reconocer, á pesar del intervalo relativamente bien limitado de una semana, las condiciones más importantes. Los yacimientos, cierto es, no son explotables. Sin embargo vale la pena comunicar en estas páginas los resultados de nuestros estudios porque se observan en Mazán ciertos fenómenos dignos de un interés más general. Antes de hacer la descripción de ellos será conveniente tratar lo más importante de la geología, en sus rasgos principales, de las «sierras pampinas».

Aires 1894. *Comunicaciones mineras y mineralógicas. II.* Etc. *Ibid.*, tomo XVI, entrega 2ª, páginas 206-223. Buenos Aires, 1900. *La Sierra de Córdoba. Constitución geológica y productos minerales de aplicación. Anales del Ministerio de Agricultura, Sección Geología, etc.*, tomo I, número 2, páginas 121-124. Buenos Aires, 1905. O. v. KEYSERLING. *Argentiniische Wolframerzlagerstätten. Zeitschr. f. pract. Geologie.* XVII Jahrg., páginas 156-165. Berlin, 1909.

¹ La bibliografía geológica sobre la región de Mazán es sumamente escasa y se limita á algunos de los trabajos que se han citado en esta publicación. Primeramente habla M. de Moussy (*Description géographique de la Confédération Argentine.* Paris, 1860-64. Con Atlas. Paris, 1869, tomo I, página 293, tomo II, página 395) de los yacimientos de casiterita en Mazán, sobre los cuales sin embargo Stelzner, *loc. cit.*, 1885, pág. 239) no pudo averiguar ningún dato. Además existen solamente varios informes mineros en manuscrito de los cuales también hemos tomado noticia.

² Según una investigación efectuada en septiembre de 1911 por H. Keidel cuyos resultados no han sido publicados todavía. Las muestras que ha visto W. Schiller aparecían macroscópicamente como granitita, en parte descompuesta y atravesada por vetas de cuarzo, con casiterita; los cristales de este último mineral son de color amarillo-moreno hasta negro y á menudo muy hermosos. Sobre esta mina ha sido publicado por su propietario un folleto: S. MEZQUITA, *Algunos datos sobre las minas de estaño «San Salvador», en la provincia de Catamarca.* Con bosquejo de mapa y 12 fotografías. Exposición industrial de 1910. Buenos Aires, 1910.

II

LAS RELACIONES GENERALES DE LA GEOLOGÍA DE LAS « SIERRAS PAMPINAS »

Mirando un mapa general de la república uno se puede convencer fácilmente que los hallazgos argentinos del grupo de los diques estaníferos están limitados á un terreno relativamente pequeño, en proporción á la extensión de las partes montañosas del país. Las dimensiones y la situación de este terreno resultan con bastante exactitud por los límites de las « sierras pampinas », si se deduce este término menos de los caracteres orográficos que de los geológicos.

Bajo el nombre « sierras pampinas » reunió Stelzner las cadenas que (según el conocimiento de su época) parecían distinguidas de todas las otras partes de los Andes por una extensión muy grande de las pizarras cristalinas, sobre todo de varias especies de gneis. Él tomaba estas clases de rocas por arcaicas y las separó en la formación del gneis primitivo y la de las pizarras primordiales ¹. Brackebusch ², Bodenbender ³, Valentin ⁴ y otros investigadores han aceptado esta opinión ó complementado ó por lo menos para la mayor parte de dicha región. Así resulta que en la literatura se habla siempre del arcaico si se trata de las condiciones geológicas de las sierras pampinas. Es cierto que hasta ahora muy poco se ha cambiado respecto á la opinión de Stelzner sobre el carácter de las distintas rocas mencionadas y descritas por él; y es casi indudable que las rocas que se puede llamar « gneis », en el sentido amplio de la palabra, se encuentran á menudo en las sierras pampinas, en todo caso más que en las otras partes de los Andes argentinos ya exploradas. Pero la cuestión es: si todas estas rocas ocupan efectivamente aquella posición que las atribuyó Stelzner. No está probado por las investigaciones posteriores que existen en realidad las formaciones del gneis primordial y de las pizarras primitivas tal como las consideraba Stelzner. Observamos aquí solamente, en general, que las

¹ STELZNER, *loc. cit.*, 1885, páginas 4, 6-27.

² L. BRACKEBUSCH, *Mapa geológico del interior de la República Argentina*. Gotha, 1891; y en los trabajos de Romberg, Sabersky, etc., en parte mencionadas más abajo.

³ BODENBENDER, *La Sierra de Córdoba. Constitución Geológica, etc. Anales Ministerio Agricultura*, 1905.

⁴ J. VALENTIN, *E. Geología. Segundo Censo de la República Argentina, etc.* Buenos Aires, 1898. Tomo I. Territorio capítulo I. Territorio. Segunda parte, páginas 63-109.

experiencias de hoy no son suficientes todavía para resolver completamente el problema, pero que son ya suficientemente amplias para reconocer con seguridad que algunas de las rocas reunidas por Stelzner en un solo grupo, se distinguen entre sí y tienen edad muy diferente. Primeramente hay que darse cuenta que entre las rocas llamadas «gneis» se hallan muchas graníticas y dioríticas y que estas á menudo en el contacto han alterado sedimentos indiscutibles. Así por ejemplo, la caliza cristalina que se encuentra en la Sierra de Córdoba en muchos afloramientos aislados (la cual produce la mayoría de la cal consumida en el país) contiene casi siempre, y de vez en cuando en cantidad abundante, los minerales característicos ¹ en los sitios donde toca al así llamado «gneis». Á más de eso la atraviesan también muchas veces apófisis de la correspondiente roca y diques de pegmatita, aplita y lamprófidio. Aquí, pues, no cabe duda que los granitos, las dioritas, etc., son más jóvenes que el sedimento. Las razones más importantes contra la validez general de la opinión de Stelzner y de los autores posteriores que le han seguido, resultan de la calidad de las antiguas formaciones clásticas que componen dentro de algunas sierras pampinas una gran parte de la superficie. Estos sedimentos que presentan todas transiciones desde las pizarras arcillosas no alteradas hasta las filitas verdaderas no se pueden distinguir de las formaciones que en la continuación del rumbo nornoroeste componen el sócalo de las sierras largas y altas en las provincias de Tucumán, Salta y Jujuy. Allá ² sus pliegues denudados están discordantemente cubiertos por las areniscas del cambriano intermedio ó superior que comienzan con un conglomerado y que contienen la fauna descrita por Kayser ³. Efectivamente, es muy probable que también en las sierras pampinas la mayoría de estas formaciones pertenezca al gran grupo de las rocas precámbricas ⁴; y esta opinión está apoyada por las condiciones geológicas generales.

¹ Estos yacimientos está investigando mineralógica y petrográficamente el doctor R. Beder de la Dirección general de minas, geología é hidrología en Buenos Aires.

² Observación hecha (por Keidel) en la Quebrada del Toro, provincia de Salta.

³ E. KAYSER, *Ueber primordiale und untersilurische Fossilien aus der Argentinischen Republik*. Páginas 5-10, 28-29 y Pl. I. Cassel 1876. (De Stelzner, *Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der Argentinischen Republik*. II. *Palaeontologischer Theil*. I. *Abtheilung*).

⁴ G. BODENBENDER, *Constitución geológica de la parte meridional de La Rioja y Regiones Limítrofes*. República Argentina. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba, (Rep. Arg.)*, tomo XIX, entrega 1, páginas 1-225. Con 12 fotografías, 1 mapa geológico y XIV perfiles geológicos. Córdoba, 1911. — Más ó menos el mismo trabajo (*Parte meridional de la provincia de La Rioja y regiones limítrofes. Constitución geológica y productos minerales*), apareció en los *Anales Ministerio Agricultura, Sección Geología*, etc, tomo VII, núm. 3, páginas 1-168, 24 fotografías, 1 mapa geológico y XIV perfiles geológicos. Buenos Aires, 1912. Sobre esta última edición compárese el referido de F. KÜHN en *Zeitschr. Ges. Erdkunde* Berlín, 1913, Nr. 6.

La estructura de las sierras pampinas es muy antigua, igual que una gran parte de aquella en la región de altas montañas de Tucumán, Salta, Jujuy y de la Puna de Atacama. En las sierras pampinas descansan formaciones continentales sobre los antiguos pliegues desnudados de las pizarras arcillosas y filitas. Hoy en día se encuentran especialmente en los bordes de las sierras, formando una serie de capas casi siempre muy potentes. Contienen Gangamopteris, Glossopteris y otras formas desde el Gondwana inferior hasta el Rético. Estas capas plantíferas se sobreponen, según las investigaciones de Bodenbender, con sus estratos basales discordantemente sobre las pizarras y filitas y, con un conglomerado de elaboración (*Aufbereitungs-Conglomerat*) sobre las rocas graníticas extendidas á grandes distancias ¹.

La estratigrafía y la tectónica de los esquistos que encontró Bodenbender ² en la parte septentrional de la Sierra de Córdoba, muy cerca de las antiguas filitas y que podrían ser, como cree él, formaciones cámbricas ó silúricas, no están estudiadas todavía más detalladamente. La observación sobre la edad hasta hoy tiene solamente el valor de una hipótesis.

Las sierras aisladas, como v. gr. las de San Luis, Córdoba y San Juan, y también las ramas largas de montañas que salen en las provincias de Tucumán, Catamarca y La Rioja, desde el macizo cerrado de la Cordillera en dirección sur y sudsudoeste, como la Sierra de Ancasti, la de Velazco, la de Famatina y la Sierra de la Huerta forman partes de una antigua montaña completamente desnuda. Su agrupación moderna, sin embargo, es independiente de un modo muy pronunciado justamente de la estructura antigua. Se ha formado por movimientos tardíos que eran la consecuencia de las dislocaciones propiamente dicho en la Cordillera. En estos procesos no solamente han sido curvados los antiguos planos de desnudación sobre los cuales descansan los representantes neopaleozoicos de las formaciones continentales, y estos mismos, sino también esto ha sucedido con los planos de destrucción que han originado en la segunda mitad del Terciario hasta el Cuaternario. Estos planos de destrucción curvados se ven en muchas partes de las sierras pampinas. De vez en cuando se distinguen varias que forman escalones uno detrás de otro cada vez más alto. Pero se encuentran al lado también los planos de desnudación más antiguos (no cubiertos) en una bóveda continua desde la parte más alta de la sierra correspondiente hasta la profundi-

¹ BODENBENDER, *Constitución geológica de la parte meridional de La Rioja, etc. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba*. 1911. Página 48. — *Parte meridional, etc. An. Mins. Agr.* 1912.

² BODENBENDER, *La Sierra de Córdoba, etc. Anales del Ministerio de Agricultura*. 1905. Página 71.

dad de la llanura vecina. Estos planos cuyos vértices en algunos casos están situados en alturas entre 3000 y 5000 metros (Sierra de Velasco, Sierra de la Huerta, Sierra de la Famatina en parte y Pie de Palo) están conservados de vez en cuando de una manera sorprendente.

En los planos de destrucción están denudados, en el manto de los antiguos pliegues destruídos, los grandes núcleos de las rocas graníticas. En el terreno de estos núcleos ó muy cerca de los bordes se encuentran los yacimientos de wolframita y casiterita.

III

LAS CONDICIONES GEOLÓGICAS DE LOS YACIMIENTOS DE MAZÁN Y DE SUS ALREDEDORES

Las sierras bajas de Mazán son contrafuertes de la Sierra de Velasco (usando este nombre no solamente para el macizo principal que llega casi hasta 4000 metros de altura, sino también para las cadenas entre La Rioja y Chumbicha que forman las continuaciones de aquél). Aquí tienen extensión considerable las rocas graníticas. Una gran parte de la rama real y de las faldas occidentales de sus contrafuertes al este están compuestos de ellas. Las sierras de Mazán se derraman más ó menos en la latitud geográfica de la estación de Cebollar (véase v. gr. el mapa geológico de Brackebusch ¹), desde la cadena de 2500 á 3000 metros de altura que reúne la Sierra de Velasco cerca de Chumbicha con el cabo este de la Sierra de Ambato. En general tienen solamente pocas centenas de metros y están compuestas completamente de granito respecto á la parte que está situada al oeste del meridiano de Mazán. Sus fines septentrionales yacen al nortenoeste y noroeste de Mazán, pocos kilómetros al norte del ferrocarril que conduce desde Mazán á Tinogasta. En la continuación de su dirección hacia el norte se llega á la cuenca oblonga rellena de sal que acompaña el pie occidental de la Sierra de Ambato ². Aquí se trata como ya indica la gran concentración de sal de una cañada pronunciadamente sin desagüe. Empero los alrededores de los yacimientos de Mazán están privados de agua por el río Salado (que recibe una parte de su agua en la vecindad por fuentes termales) no hacia estos bañados sino hacia el sur y sudeste, es decir, en dirección á la gran lla-

¹ Hoja número II.

² Salinas de Pipanaco.

nura que se extiende entre los contrafuertes orientales de la Sierra de Velasco y la Sierra de Córdoba (Salinas Grandes).

Las sierras de Mazán presentan los planos de destrucción curvados de edad moderna con gran claridad. Se repiten aquí también en menor escala los fenómenos que se pueden ver en muchas partes de las grandes sierras. Las lomas de forma suave y regular tienen generalmente de un lado una inclinación más fuerte que del otro. En la parte más empinada se encuentran entonces, en las partes exteriores de las faldas, varios escalones mientras que hay listones de diferente altura en los lechos secos. Son planos de nivelación que se han formado imperfectamente en los intervalos de descanso de las dislocaciones. Ya de estas condiciones resulta que la oscilación del nivel de denudación, la que indudablemente coincide con la curvación de los planos de destrucción, ha sido generalmente más grande en el lado más inclinado que en el otro más suave. Pero los vestigios de los movimientos correspondientes se ven también directamente en las dislocaciones que han sufrido los amontonamientos fluviales modernos. El perfil de la figura 31 da una idea de estas condiciones. Se ve en él que las formaciones fluviales jóvenes en ambos lados del espinazo granítico de Mazán tienen una inclinación hacia el oeste (7° - 8°) y que ésta coincide con la inclinación del ala occidental de la superficie curvada de destrucción. Este es solamente un ejemplo para los numerosos casos que se encuentran en las vecindades más lejanas de Mazán. El hecho que los movimientos tienen que haber sucedido en una época relativamente no muy lejana resulta de la calidad de una parte de las formaciones fluviales dislocadas. Éstas yacen al norte y noroeste de los edificios de la mina, en parte en la depresión entre las elevaciones que contienen los yacimientos de metal y el cerro Médano que sigue al norte (llamado así por la dunas que se han recogido especialmente en su lado oriental), sobre todo inmediatamente al sur de la línea del ferrocarril. Estas formaciones no se pueden distinguir del loess fluvial que se encuentra también en muchos puntos de la pampa este, y se asemejan á los depósitos que componen la superficie del Chaco austral y de las llanuras delante del pie oriental de los Andes argentinos (de la región árida) en la mayoría de los lugares. Su edad, cierto es, no se puede determinar con seguridad. Forman el eslabón superior de una serie de capas de sedimentos fluviales que según nuestras investigaciones tienen un espesor de varios centenares de metros, á lo menos, entre los cerros de Mazán y el pie oriental de la Sierra de Velasco propiamente dicho. Sus horizontes inferiores pertenecen muy probablemente al Terciario intermedio á superior, y se puede decir que las capas superiores todavía dislocadas de loess fluvial amarillo ya tienen seguramente edad cuaternaria. Pues por un lado ha sido depositado el loess de esta calidad especialmente en aquel intervalo y además se ve los rastros de movimientos muy

tardíos también en muchísimos puntos delante del borde de los Andes argentinos y en estos mismos.

De los caracteres de estas formaciones, es decir, del modo como generalmente son depositados, se puede deducir con un grado de seguridad suficiente que la curvación del más antiguo y más extenso de los planos de destrucción que están hoy en día al aire libre, durante la dislocación de las capas de loess ha sido por lo menos reforzada considerablemente. Las diferencias actuales de nivel entre estas formaciones y del vértice del plano de destrucción más antiguo no pueden haber sido, antes de la dislocación, tan grandes como hoy, pues en el caso que hubiera sido así tendría que encontrarse, por la intensidad suficiente de la caída, el acarreo de los conos de deyección (que originan aquí rápidamente) en los bordes de los macizos graníticos entre las formaciones de grano fino. Los bancos de cantos redondeados, de guijarros y arena gruesa que investigamos algo más exactamente en la mitad superior de las formaciones semejantes al loess (en los costados del Río Salado al oeste del espinazo de Mazán) se encuentran solamente en mayores intervalos: ó en capas aisladas ó en grupos de estrato. Están compuestos en su mayor parte de rocas alóctonas, de pórfidos y andesitas que han sido transportados muy lejos desde el oeste. Estas capas que desaparecen muy pronto hacia los lados en forma de cuña y después vuelven á aparecer en la continuación del mismo horizonte ó también algo más arriba ó más abajo, muestran la acción anterior de agua de una corriente más fuerte. Pero son solamente las intercalaciones extremas aisladas de amontonamientos más gruesos que de vez en cuando, si los ríos periódicos llevan mayor cantidad de agua ó forman brazos arbitrarios, son extendidos delante del borde frontal de conos de deyección muy grandes sobre las formaciones que tienen aquí grano fino.

Es necesario considerar estas condiciones si se quiere tener un juicio bien fundado respecto á la posibilidad de hallazgos de aluviones estaníferos en Mazán. Pues no puede haber ninguna duda que grandes pedazos de los yacimientos de casiterita de Mazán han sido denudados formándose los planos de destrucción y también todavía más tarde en los cortes de las quebradas secas (después del renacimiento de la erosión producida por la curvación).

Los cerros de Mazán están compuestos de dos granitos diferentes de distinta edad. El espacio mucho más grande ocupa el granito más antiguo; es una roca normal con grandes individuos de ortosa. La roca más joven, un granito alcálico, tiene una difusión bastante más pequeña y aflora también mucho menos en relación á su masa.

Los yacimientos de casiterita y wolframita están colocados en el granito más antiguo igualmente como en el más joven, pero siempre muy cerca de los límites de las dos rocas ó en estos mismos. Son filones de

cuarzo y mica más ó menos potentes con zonas de *Greisen* y con la mayor parte de los minerales característicos para los diques del grupo de los yacimientos estaníferos propiamente dicho. Por su calidad (primitiva) y por su forma los diques de Mazán son muy parecidos á los *Zinnsteinfloetze* de Zinnwald.

No en todas partes donde se hallan los yacimientos aflora el granito más joven. Pero entonces se reconoce su existencia cercana siempre en las apófisis y las rocas de diques que atraviesan el granito más antiguo y que se encuentran también muy al lado de los filones de cuarzo y mica. Las apófisis son muy numerosas. En comparación con éstas se encuentran relativamente escasas las rocas de diques verdaderos. Un vistazo al mapa demuestra que la apófisis del granito más joven son más abundantes en la vecindad de los filones de casiterita y wolframita y que tienen á menudo la misma dirección. Es también aquí, como se ve, indudable la asociación de los yacimientos con el granito más joven.

Á más de estas rocas existen todavía diques que representan probablemente un magma esquizolítico del granito antiguo.

Al primer golpe de vista es difícil de distinguir varios de estos diques, especialmente las concentraciones muy ácidas del granito joven, de los diques legítimos de cuarzo y mica que llevan los minerales mencionados. Pero un examen más exacto da los caracteres necesarios.

Los criaderos que han sido despejados de un grado muy alto ya no tienen sus caracteres primitivos. Aquí no se necesita comparar la formación de minerales secundarios. La metamorfosis más considerable ha sido producida por movimientos tectónicos que recuerdan plegamientos, y en varios puntos se encuentran hasta pequeños sobreescurrimientos. Las dislocaciones han originado antes de la formación de aquel plano de destrucción que forma el vértice y la falda occidental del espinazo granítico. El plano de destrucción corta las dislocaciones tan parejo como el sistema de los diques. No existe ningún criterio para determinar la fecha ó el intervalo cuando los movimientos han sucedido. Empero es importante saber que han existido. Pues se puede considerar como un hecho seguro que no se han limitado en el terreno pequeño de las minas. Sin duda se los encontrará en muchos puntos de los alrededores más lejanos examinando éstos detalladamente.

Los diques de cuarzo y mica que llevan casiterita y wolframita hallanse en las elevaciones graníticas de Mazán en cinco puntos separados uno del otro. En todos se principió á explotar. Se llaman, ordenados según su extensión: Descubridora, Yanacoya, Constancia, Perseverancia y Casitera. Los tres primeros yacen sobre el borde izquierdo (septentrional) del río Salado que, generalmente sólo un arroyito, ha cortado la cima en un valle transversal angosto, de 180 metros de profundidad. La mina más grande, la Descubridora, está situada inmediatamente al nor-

te de la boca oriental del valle transversal, en la falda este del espinazo. Aquí también está despejado lo más completo el granito joven. Muchas de las observaciones que son comunicadas en esta publicación se refieren á este lugar. La Yanacoya y la Constancia yacen más al noroeste, en la margen occidental del pedazo corto que está separado hacia el norte por la quebrada del río Salado desde la cadena oblonga. La Perseverancia y la Casitera quedan sobre el lado derecho del valle transversal casi en la altura del vértice.

Se dice que algunas de estas minas eran conocidas ya desde mucho tiempo, y que los jesuítas que habitaban la provincia habían explotado aquí el estaño para la fundición de sus campanas de iglesia, en la segunda mitad del siglo XVIII. La nueva minería, principiada recién hace algunos años, ya está nuevamente abandonada después de poco tiempo. Se habían encontrado ricos « bolsillos » de casiterita y wolframita, de este último mineral por ejemplo en la Yanacoya una vez siete toneladas en un solo bolsillo. Estos hallazgos habían causado la esperanza para una explotación muy prolija. Pero resultó cuando adelantaban los trabajos y el examen que la ley general de la casiterita predominante alcanza solamente 0,25 por ciento. Se agregan además las dificultades que resultan para la minería en algunos de los diques de las dislocaciones, y la circunstancia que no se han encontrado en ninguna parte *Zwitter*.

Ahora seguirá la descripción de las diferentes rocas. Después trataremos detalladamente las dislocaciones de algunos puntos.

A. DESCRIPCIÓN DE LAS DIFERENTES ROCAS ¹.

1. *El granito antiguo* ².

Esta roca se distingue por los individuos de ortoclasa de color de carne hasta colorado amarillento los que contiene como grandes crista-

¹ Las rocas metamórficas, entre otras mármol blanco, que mencionan H. Burmeister (*Physikalische Beschreibung der Argentinischen Republik nach eigenen und den vorgehenden fremden Beobachtungen entworfen. Erster Band, die Geschichte der Entdeckung und die geographische Skizze des Landes enthaltend*. Buenos Aires, 1875, página 253. Este trabajo apareció también en traducción francesa) y Stelzner (*loc. cit.*, 1885, página 13) no se encuentran en ninguna parte de esta región. Y Brackebusch (*Mapa geológico del interior de la República Argentina*, lámina II. Gotha, 1891), reconociendo la verdad, ha marcado solamente el granito. Tales rocas han sido descritas detalladamente de varias regiones vecinas por J. Romberg (*Petrographische Untersuchungen an argentinischen Graniten, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Structur und der Entstehung derselben. Neues Jahrbuch f. Mineralogie u. s. w. Beilage-Band VIII*.

les ¹. La masa fundamental es de grano grueso á regular. Se encuentran muchas concentraciones básicas de color obscuro que en general tienen grano fino y llegan al tamaño de una manzana, pueden presentarse sin embargo bajo la forma de mayores masas de roca. Donde se halla el granito fresco todavía, como por ejemplo en varios lugares en el lecho del río Salado, está coloreado de un gris azulado hasta gris verdoso, además de un rojo con manchas grises rojizas y grises verdosas y con puntos negros. Donde está descomponiéndose se hace pardo. Muy á menudo se hallan cuevas que en general llegan á dimensiones de una cabeza y cubren muchas veces toda la superficie de la roca. Se forman por descomposición esférica bajo la influencia de la arena llevada por el viento.

Los minerales principales que componen este granito son: ortosa, microclina, plagioclasa, biotita y muscovita. Una substancia verdosa cloritizada al parecer abunda en ciertas partes. Escasa es la turmalina ². En uno de los cortes microscópicos hallamos también cordierita (es cierto que no está determinada con toda seguridad). La mayor parte de los cristales grandes de feldespato de potasio parecen ser macas de Karlsbad. Ellos contienen además de la biotita mucho cuarzo, á menudo en la agrupación del «granito gráfico». Más raramente se encuentran en ellos cristalitas de plagioclasa y muscovita.

Las *concentraciones* de color *gris obscuro* y de grano fino se componen mayormente de cuarzo (que puede faltar sin embargo de vez en cuando completamente), de muscovita (falta también á menudo) y de biotita. Algunas veces abunda un óxido negro, luego feldespatos y granates muy pequeños.

Concentraciones ácidas no hemos visto en el granito antiguo sino en un solo lugar. Son secreciones de cuarzo que llevan turmalina negra.

Stuttgart, 1892) y presentan una semejanza bien grande con las de Mazán. Compárese sobre todo las páginas 277, 288-289, 297, 305-314, 336-339, 383 de la publicación de Romberg.

² (*de la página anterior*) Compárese por ejemplo Stelzner (*loc. cit.*, pág. 15, 30, 31-32) que hizo algunas observaciones parecidas.

¹ Observados hasta 15 centímetros de largo y 5 centímetros de ancho.

² Es probable que tiene una formación secundaria, pues es notable que la hemos encontrado solamente en las vecindades del granito más joven que trataremos más adelante ó de los diques estaníferos (3c, pág. 124). Ella presenta como la que procede de los diques recién mencionados en el corte delgado bajo el microscopio, si está cortada la placa paralela á $\infty \infty 1 = (0001)$ zonas de diferentes colores (por fuera pardo, en el interior gris azul). Compárese página 125 nota 2. Sentimos no tener á la disposición un corte microscópico $\perp c$ de los cristales en general mucho más grandes del granito más moderno.

Florece en arriba de los edificios de la « Descubridora » más ó menos en dirección noroeste.

En varios puntos el granito se ha hecho esquistoso por los movimientos tectónicos. Aquí la mica está arreglada entonces en capas más ó menos pronunciadas, y la roca se asemeja mucho al « gneis con ojos ». La trituración interior se muestra marcable en la estructura brechosa y, bajo el microscopio, en la extinción ondulosa y manchada del cuarzo.

Es notable é importante para la determinación de la edad del granito el hecho que están incluidos en el granito *fragmentos* angulosos y redondeados de rocas *sedimentarias*. Hemos visto uno que medía 1,55 metros de largo y 0,5 metros de espesor. Mayormente son cuarcitas biotitíferas de color gris obscuro y cuarcita con dos micas en parte esquistosa de color gris ó pardo, las dos rocas de grano fino. Estos cascotes arrastrados dejan suponer que el granito no esté arcaico lo que se han creído hasta ahora ¹; muy probablemente tiene edad precámbrica si no paleozoica ó todavía más moderna. (Comp. la fig. 7).

2. El granito más joven

Esta roca se separa fácilmente del granito antiguo. Las calidades características que lo distinguen están basadas (macroscópicamente) en el color pero sobre todo en el hecho que carece casi completamente de la biotita y de los grandes individuos de ortosa. Además el granito más moderno en general tiene un aspecto más fresco que el antiguo ni está cubierto, como éste, en la superficie por excavaciones.

En la mayor parte es de color rojo claro, de vez en cuando también gris amarillento. Mientras que el granito antiguo tiene casi exclusivamente concentraciones básicas se encuentran en el granito joven muchas ácidas.

Entre los minerales que le componen son los más importantes: cuarzo, ortoclasa con microclina, plagioclasa (de vez en cuando en poca cantidad) y muscovita. Biotita se nota solamente en los alrededores del contacto con el granito antiguo. Se trata, pues, de un granito bien ácido.

Las *concentraciones ácidas* numerosas tienen grano fino ó intermedio y forman también cristales gruesos ². Están compuestas especialmente

¹ Véase por ejemplo ROMBERG (BRACKEBUSCH), *Petrographische Untersuchungen an argentinischen Graniten, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Structur und der Entstehung derselben. Neues Jahrbuch f. Mineralogie u. s. w. Beilage-Band VIII. Stuttgart, 1892, página 279.*

² La facies pegmatítica del granito moderno ofrece gran coincidencia con las « pegmatitas » (pero no quiere decir en general *rocas de diques* sino *partes graníticas*

de cuarzo blanco y gris. En las concentraciones de grano fino hasta intermedio ¹ se encuentra además una mica clara (á menudo verdosa amarillenta). Feldespatos parecen ser muy escasos. En las secreciones de grano grueso la componente esencial es microclina ² de color rojizo hasta amarillento, á menudo con cuarzo formando la agrupación del « granito gráfico » (pocas veces contiene plagioclasa y todavía más escasamente la muscovita). La plagioclasa se encuentra pocas veces, y muy rara es la muscovita ³. Pero abunda la turmalina negra, ó en agregados de agujas radiales (« soles de turmalina ») ó en grupos de cristales gruesos. De vez en cuando se presenta también fluorita de un tinte azul violeta. Hemos visto pequeños cubos, pero al parecer siempre sólo en las grietas, formando costras ⁴. Este mineral, pues, habrá originado posteriormente. Una vez hemos encontrado también ortita (?) ⁵.

En los núcleos centrales del granito joven encontramos más raramente la diferenciación ácida, la que demuestran las secreciones, y solamente en la superficie. Aquí se trata en general de la facies marginal aplítica ⁶ del granito moderno. Pero muy característica es la diferen-

pegmatíticamente cristalizadas) las que describen de otras partes de la república Stelzner (*loc. cit.*, págs. 29-30 y 32) y especialmente P. Sabersky (*Petrographische Untersuchungen argentinischer Gesteine, ausgeführt im Mineralogisch-petrographischen Institut der Universität Berlin. II. Mineralogisch-petrographische Untersuchung argentinischer Pegmatite mit besonderer Berücksichtigung der Structur der in ihnen auftretenden Mikroklinc. Neus Jahrbuch für Mineralogie u. s. w.. Beilage-Band VII. Stuttgart, 1890. Compárese especialmente las páginas 359-360, 363, 367, 393-394, 398-399*), por ejemplo respecto á las secreciones cuarzosas gigantescas, al cuarzo rosado, á la predominación de la microclina, á los hallazgos abundantes de turmalina, etc.

¹ El cuarzo puede formar también aquí cristales algo grandes que son comunemente alotriomorfos.

² Tiene aspecto de ortosa que seguramente también existe. El único corte hecho por nosotros presenta *solamente* microclina.

³ Es cierto que esto no impide que se encuentren variadas veces cristales bastante grandes de mica blanca. En las apófisis de facies pegmatítica encontramos nidos de esta cuyas placas tenían un diámetro de uno á dos centímetros; una vez (en la facies marginal pegmatítica del macizo central del granito joven, arriba de la quebrada seca al sudoeste de la Descubridora, lado izquierdo, compárese figura 20) las placas de muscovita dentro del cuarzo lechoso alcanzaron cuatro centímetros.

⁴ La observamos en el cuarzo y el feldespato potásico de las apófisis pegmatíticas del granito moderno, tres veces al oeste arriba de la Descubridora y dos veces en la Perseverancia.

⁵ Un listón moreno angosto de tres centímetros de largo, en el límite de la facies pegmatítica y de la normal de grano regular del granito joven, en una apófisis en la cumbre al oeste de la Mina Descubridora. ¿Tal vez biotita ó astroflita etc.?

⁶ En ciertos lugares tales concentraciones de cuarzo casi sólo tienen un diámetro de varios metros; ya de lejos se las reconoce por su color blanco (véase fig. 16).

ciación ácida para las apófisis en forma de diques ¹ en aquellos casos que presentan la modificación pegmatítica ². Allí se ve á menudo que se han precipitado la microclina (y tal vez también la ortosa) junto con la mica blanca en las márgenes mientras que el cuarzo ³ (que lleva la turmalina y poco de mica blanca) forma la zona central del cuerpo en forma de filón (*Gangkörper*). (Véase fig. 13 y 29.)

Se levanta ahora la cuestión si las distintas clases de rocas graníticas que tienen en su mayoría grano grueso y que se presentan bajo la forma de diques tengan la misma edad ⁴ ó si han emergido en épocas distintas. Sentimos no haber encontrado, especialmente por falta de tiempo, un criterio seguro para resolver este problema. Hemos visto una sola vez (prescindiendo de las aplitas genuinas, e. p. pegmatíticas, que trataremos más adelante las cuales sin duda tienen edad posterior al granito joven) que atraviesa un dique á otro, de manera que parece por lo menos posible que no todas las rocas diquiformes son coetáneas. Habría cierta razón en considerar, por lo menos algunos de los diques cortados, como rocas de diques genuinas del séquito del granito antiguo si no fuese muy probable que las pegmatitas atravesantes sean contemporáneas con las aplitas, etc. (3 c), que han originado después del granito joven.

En general el límite entre los dos granitos diferentes está bien marcado. Solamente en pocas partes está borrado, v. gr. en el lado oeste y sur del granito más moderno sobre cuyo borde septentrional yacen las minas de la Descubridora. (Véase el mapa geológico.) Allí ambas rocas de profundidad parecen estar aleadas intensivamente, pues el granito joven lleva en este punto también biotita, aunque escasa, y además individuos de tamaño regular de ortosa-microclina. Aquí se nota también indicios de excavaciones en la superficie de la roca que está descomponiéndose. Sin embargo queda posible de distinguir las dos clases de granito porque el joven conserva siempre su color rojo claro ó ama-

Secreciones ácidas muy parecidas de tamaño enorme dentro del granito ya han sido observados por Stelzner en otras partes (STELZNER, *loc. cit.*, pág. 29 y 30; SABERSKY, *loc. cit.*, pág. 360 y 393).

¹ Generalmente no son más anchas de 50 centímetros, de vez en cuando se diraman y vuelven á reunirse; á menudo afloran en un largo de más de 100 metros.

² La facies pegmatítica en las apófisis parece ser más abundante que la normal de grano regular (ó la aplítica que tal vez no existe). Sucede también no raras veces que dentro de una apófisis de grano intermedio las partes centrales ofrecen la modificación pegmática.

³ Cerca de la mina Perseverancia el cuarzo presenta en partes un tinte violeta (fig. 29).

⁴ En algunos puntos (p. e. en la cúspide al noroeste de los edificios de la mina Descubridora; comp. fig. 7) se puede observar la conexión de una apófisis con el macizo central de la roca de profundidad, sin que quepa la menor duda.

rillo y está más fresco que el obscuro, antiguo que se descompone en material fojo (*Grus*). Además está caracterizado por su contenido de turmalina (comp. fig. 9 y 10).

Fragmentos de rocas ajenas no hemos visto en el granito más joven. Respecto á su edad se puede decir solamente que tiene que ser posterior al granito antiguo al cual ha atravesado con sus apófisis. En algunos lugares donde sucedió esto, especialmente allá donde hay varias apófisis una cerca de la otra, el granito antiguo ha tomado al lado del contacto un tinte colorado ó rojo formando zonas de 10 á 30 metros de ancho ¹.

3. *Las rocas de dique*

a) *Aplitas y pegmatitas*. — Una roca sobre cuya edad posterior al granito joven no cabe duda hemos encontrado pero en muy pocos sitios. Es de un color blanquizco y se halla bajo la forma de filones muy angostos que apenas pasan de 0,15 metro de ancho y que rellenan grietas. Ellos atraviesan el granito joven igualmente como el granito antiguo. Hay que considerarlos como diques legítimos del séquito del granito moderno. Casi siempre son de grano fino (aplíticos). Pero en ciertos puntos la zona central tiene cristales grandes (formación pegmatítica); esta modificación generalmente está distribuída desigualmente y puede ocupar de vez en cuando todo el ancho del dique.

Los minerales predominantes son cuarzo y muscovita abundantes, además ortosa, microclina y plagioclasa.

La roca aflora en ambos lados de la quebrada seca que, poco antes de la desembocadura oriental del Río Salado, desde el valle transversal de éste, se extiende por arriba hacia el noroeste (en el lado oeste del macizo del granito moderno hacia el cabo occidental de los yacimientos de la Descubridora. (Véase figura 20). Los diques tienen rumbo estenordeste, inclinación muy fuerte hacia sudsudeste y se ramifican hacia arriba. De la misma clase es uno de 0,04 metros de espesor que tiene dirección noroeste y que está inclinado casi perpendicularmente el que florece muy cerca de las casas de la Descubridora (al nordeste de la cocina) ².

b) *Aplita porfírica muy « densa » (de grano fino)*. — Sobre el lado izquierdo de la quebrada seca arriba mencionada se presenta, afuera de las rocas de diques hasta ahora descritas, una variedad porfírica que nota-

¹ Tal punto observamos, entre otros, más ó menos al noroeste arriba de la mina Descubridora. Los diques paralelos rojizos y bayos del granito moderno de grano regular y pegmatítico que ora se reúnen ora se bifurcan tienen inclinación á pique hacia el norte con dirección este hasta sudsudeste.

² En el mapa adjunto no está marcado.

mos sólo en este punto. Midiendo apenas 4 centímetros de ancho rellena la grieta de una falla que cruza el granito antiguo y una zona pegmatítica diquiforme (seguramente una apófisis del granito joven).

La roca tiene un color gris verdoso y aspecto amorfo. Bajo el microscopio de polarización se notan cristales de cuarzo, muscovita, etc. Los mayores individuos de cuarzo igualmente como los de orto- y plagioclasa abundan, la microclina no es rara tampoco mientras que las placas de muscovita distribuidas en la masa fundamental son bastantes escasas. Ortosa y plagioclasa á menudo están descomponiéndose. Los vestigios de la cataclasa son marcables; y la roca ya para el ojo desnudo causa la impresión de la trituración que ha sufrido.

Se trata en este caso muy probablemente de una *alsbachita*; de todas maneras es una roca que presenta un modo de cristalización diferente de las aplitas y pegmatitas ordinarias (3a, p. 138). Pero como estas rocas todas se encuentran en el mismo sistema de grietas (fig. 20) es bastante seguro que corresponden también á la misma fase de formación.

c) *Filonos de cuarzo y mica con casiterita y wolframita*¹. — Estos diques que á menudo ya de lejos llaman la atención por su coloreación clara y en algunos puntos también por su potencia² son la única roca que contiene (según las experiencias hasta hoy y según nuestras investigaciones) los minerales de interés práctico, y especialmente la casiterita. Porque seguramente todos tenían primordialmente una posición más ó menos horizontal se los pudiera llamar también *Floetze* como los diques poco inclinados de Zinnwald. No se puede decir, es cierto, que tengan todos la misma composición. Las diferencias individuales se caracterizan especialmente en la distribución de los minerales. Ora se ve que predomina la casiterita ó parece encontrarse sola, como en la Descubridora, ora se presenta la wolframita, como en la Yanacoya (donde se han encontrado una vez 7 toneladas de este mineral en un solo « bolsillo », en la base del dique). Sin embargo, si se combina las observaciones de las distintas minas y prescinde de las dislocaciones, el cuadro de los diques de Mazán corresponde también en los detalles de la composición bastante exactamente al cuadro de los *Floetze* de Zinnwald. Se hallan las zonas de greisen, las capas de mica en grandes hojas en las zonas exteriores (*salbandas*) y la concentración de los metales en el lado interior de estas zonas, en bolsillos del cuarzo.

¹ En esta formación estanífera no se trata del tipo boliviano sino del sajón que tiene tanta difusión en el mundo.

² Oscilan entre pocos centímetros y un metro; raras veces alcanzan 3 metros ó más. Á cada uno de los radios de minas casi no corresponden más que 2 á 3 diques de importancia alguna.

En los diques de cuarzo y mica de Mazán se observan los minerales siguientes: El *cuarzo* se encuentra en masas cristalinas blancas hasta azulejas. Es la componente esencial de los diques. Pero cristalizado en drusas parece ser raro. La *mica* forma muchas veces hojas grandes de tinte bayo ó verdoso y contiene en partes fluoro ($\frac{1}{2}$ también litio ?); además existe la muscovita. La *casiterita* que está distribuida muy irregularmente ofrece un aspecto moreno y se presenta en general cristalina, empero presenta también las formas de cristales ordinarias, e. p. como « miras de fusil » (maclas). La *wolframita* ¹ negra se halla como la casiterita en los bolsillos del cuarzo (con mica clara). La *pirita arsenical* (*misspickel*) está intimamente ligada con el óxido de estaño (Descubridora). Según una comunicación del señor P. Brun, que fué cierto tiempo jefe de los trabajos, se la encuentra á menudo en el fondo de los bolsillos de estaño. Primero pura, en las puntas terminales; después se mezcla con la casiterita, y en las partes interiores de los bolsillos se encuentra ésta sola. La arsenopirita parece encontrarse en todos los diques de Mazán. Es cristalina y de color gris de plata hasta gris de acero. La *turmalina* e. g. es escasa; pero la hemos notado en varios puntos. En el dique que está situado al oeste de la Descubridora en la cumbre del espinazo granítico se encuentra en cristalitas ² negros bastantes numerosos; más raros son los de color de carey, manchados de pardo y negro (en la fig. 27). En la Casitera la turmalina en uno de los diques compone una capa de uno á dos centímetros de espesor en el límite superior del cuarzo, entre éste y el greisen; en otro dique está en el greisen. Estos son los únicos lugares donde hemos visto la turmalina en cantidad más ó menos considerable. La *fluorita* se conoce, según las observaciones del señor P. Brun, de un solo punto, del cuarzo de la Yanacoya, bajo la forma de una costra sumamente delgada de color violeta azul.

Á más de estos minerales primarios recién mencionados se hallan también secundarios. Sobre todo son cristales de cuarzo transparente y moreno, limonita, hematita colorada, óxido negro de manganeso, escorodita (arseniato de hierro) y una mica sericítica que forma escamas finitas de un brillo plateado, á menudo de color verdoso. En una drusa de cuarzo procedente de la Yanacoya vimos costras amarillas de ocre de wolfram ($\frac{1}{2}$ meimacita ?) encima de wolframita. Encontramos aún ³ como tapa del-

¹ Solamente en la mina Yanacoya la hemos observado, y no estaba acompañada por casiterita y arsenopirita.

² En una lámina delgada, cortada \perp c, se ve bajo el microscopio una estructura concéntrica bien marcada de zonas pardas y gris-azules alternando. Véase la nota 2 en p. 134.

³ Una sola vez, al oeste de la mina Descubridora, en el dique estanífero entre los dos granitos.

gada en una grieta de cuarzo lechoso cristalitos sumamente pequeños de color verdoso hasta obscuro. Tienen aspecto de vesuviana ó farmacosiderita (arseniato férrico básico). Según el doctor Backlund es epidota. Además, puede mencionarse algunas sales que en su carácter de precipitados de las aguas superficiales infiltradas han rellenado muchas grietas de los diques dislocados y de las zonas trituradas de greisen. Se trata especialmente de yeso que generalmente ha tomado un color rojo ladrillo por el óxido de hierro. En varios lugares se encuentra también sulfato de magnesio (epsomita).

Los óxidos de hierro ¹ y manganeso se han infiltrado de todas partes en los filones dislocados de cuarzo y las zonas vecinas de la roca lindante. Rellenan aún las grietas más finitas de los diques. La escorodita verde ² siempre está ligada con la piritita arsenical. Envuelve los granos de ella y reviste los planos de las grietas bajo la forma de cortezas verdes y gris verdosas. Ya está descrita de los criaderos de Mazán por Bodenbender ³. La mica sericitiforme se halla con preferencia en los sitios de frotación y trituración intensa; y casi no cabe duda que se ha formado aquí por las dislocaciones.

En dos cortes microscópicos de muestras que sacamos de la roca de los filones, directamente en la «salbanda», se encontraron, afuera de vetas secundarias de cuarzo, escasos feldespatos descompuestos. Empero queda dudoso si se trata aquí de un mineral de dique; tal vez procede del granito (antiguo ó joven) que no está metamorfoseado completamente en greisen. En tres otros cortes anotamos sólo cuarzo abundante (que demuestra en general cataclase muy fuerte), luego mica blanca y turmalina.

Donde se puede observar todavía las zonas de greisen en su situación primitiva, como en la Yanacoya, se ve muy claramente que el granito cerca de los filones está alterado mucho. Recibe (de afuera por adentro) primeramente otro color; se hace colorado vivo, rojo ó morado. Los feldespatos ya aquí, y hacia el filón siempre más, se cambian en una masa turbia caolinizada (*¿steinmark* ó nacrita?) que tiene un tinte blanquizco ó violado claro. El cuarzo se presenta bajo la forma de grandes granos gris-ahumados y azulejos; hacia el interior, su cantidad se aumenta rá-

¹ Á más de la hematita y limonita encontramos también una vez goethita (?) en la mina Yanacoya.

² V. gr. encima de la cumbre al oeste de la mina Descubridora, además en la mina Perseverancia.

³ G. BODENBENDER, *Comunicaciones mineras y mineralógicas. IX. Criadero de óxido de estaño (casiterita) con escorodita y piritita arsenical en la provincia de La Rioja. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba (República Argentina)*. Tomo XVII, entrega 3ª, páginas 372-375 (80-83). Buenos Aires, 1903.

pidamente. En el contacto con los diques desaparecen los feldespatos junto con la biotita. La metamorfosis en cuarzo está completa aquí; y abunda una mica de color claro y hojas grandes.

Queda por mencionar todavía la calidad especial que ha tomado el metal de estaño donde estaba concentrado en los bolsillos (sobre todo en la base de los filones) y fué agarrado por los movimientos. Allí se encuentra en tuberosidades lisas del tamaño de un puño hasta una cabeza y placas de forma irregular; el color es rojo ó colorado. Estas figuras se han formado por lo que los bolsillos han sido hecho pedazos y los diferentes fragmentos de metal fueron envueltos (*eingeknetet*) en la mica de la salbanda vecina, como en una pasta. Durante este proceso las aristas y los vértices fueron redondeados. La coloración roja y colorada proviene de una costra que se compone de mica machucada y de óxido de hierro infiltrado. De vez en cuando se presentan también nidos y pedazos algo grandes de la mica amarillenta en la superficie de las tuberosidades y placas. La corteza á menudo es tan espesa que la existencia del metal se reconoce solamente por el peso. (Compárese : 5. *Zonas de frotación*, etc., p. 142.)

Respecto á la edad de los diques no podemos decir sino que tienen que ser posteriores al granito más joven y á sus apófsis porque en ciertos puntos atraviesan ambas rocas (fig. 29 y 30). Lo que no hemos podido observar es si los filones estaníferos tienen la misma edad que las aplitas y pegmatitas y la aplita porfírica. Pues en los pocos puntos donde encontramos estas rocas no se puede ver cuáles son las relaciones recíprocas que tienen. Lo cierto es que la formación estanífera, igualmente como las otras rocas de diques, pertenece al periodo pneumatolítico del granito moderno.

4. *Vetas de cuarzo*

De los filones de cuarzo y mica recién descriptos hay que separar las vetas cuarcíferas, bajo el punto de vista genético y práctico. Probablemente se trata de secreciones ¹ de diferente edad las que son tan comunes en todos los granitos.

5. *Zonas de frotación (planos de fricción)*

Aunque las zonas de fricción no consisten en una roca distinta y se mencionarán hablándose de los movimientos tectónicos, las tratare-

¹ No hay que confundirlas con las concentraciones ácidas que se han originado durante la solidificación del magma.

mos sin embargo ya aquí porque en suma siempre tienen la misma calidad y son un factor esencial en el cuadro de los diques micocuarcíferos de Mazán. Tal vez se puede distinguir dos casos : las zonas de fricción en los diques compuestos y los planos de frotación en las salbandas de los filones simples. Respecto al primer caso ya hemos reconocido uno de los pocos ejemplos (del filón al oeste y arriba de la Descubridora, fig. 27); para el segundo caso encuéntranse ejemplos en la mayoría de los puntos de la Descubridora.

Estas zonas de frotación preferidamente se componen del granito fuertemente alterado (¿ caolinizado ?) ó del greisen machucado ó de los dos. Eso depende del espesor de la capa que, sobre todo en la base, durante los sobreescurrecimientos (*surglisgements*) ha sido destruída y en parte ha desaparecido completamente. Los planos de fricción llevan también la mica sericitiforme nuevamente formada y numerosas vetas pequeñas de cuarzo. En este caso de vez en cuando es difícil distinguirlos de las zonas de frotación de los diques micocuarcíferos, especialmente si se encuentran también en ellos pedazos de metal transportado. Las zonas de fricción á menudo están limitadas marcadamente por una capa, rojo ladrillo, que mide uno ó varios centímetros de espesor. Á esta napa denominan los mineros « greda ». Principalmente compuesta, de yeso que cementa fragmentos de roca y está teñida por óxido de hierro.

6. Formaciones modernas

Prescindiendo de las clases de rocas descritas en 1 á 5, existen en la región de Mazán aun algunas formaciones más jóvenes que se han depositado desde el Terciario superior hasta hoy día. Se componen de sedimentos fluviales, conos de deyección, campos de rodados, médanos, etc., de diferente edad, que no tienen empero ningún valor práctico.

B. LAS DISLOCACIONES

Los movimientos tectónicos cuyos vestigios son bien visibles en Mazán han sido eficaces, como ya vimos, en diferentes intervalos. Los más antiguos de ellos, que sin duda se han repetido y que han tocado sólo las rocas antiguas tratadas en 1 á 5, los denominamos movimientos de *la primera fase*. Las dislocaciones mucho más jóvenes (seguramente diluviales) que se notifican especialmente en la curvación de los planos de destrucción y en las estorbaciones de una parte del número 6 (de los amontonamientos fluviales más antiguos), las llamamos de *la segunda fase*. Empero, con esta denominación no hacemos una división

exacta, sino queremos decir solamente que estaban eficaces dos series de movimientos separadas por un gran intervalo.

De las dislocaciones de la segunda fase no trataremos aquí. No tienen relación importante con los criaderos, y bajo el punto de vista práctico tendrían valor por las perturbaciones de las formaciones fluviales modernas sólo en el caso que existiesen en Mazán aluviones estaníferos productivos. Pero eso seguramente no sucederá. Por lo menos nada se conoce al respecto. La distribución del metal y el modo como el acarreo es transportado durante los aguaceros intensivos periódicos, hacen suponer de antemano que no serán encontrados.

Los movimientos más antiguos se pueden reconocer en varios síntomas: en las hendiduras del clivaje transversal, en las fallas que alcanzan una distancia vertical de varios metros, en las incurvaciones que exceden hasta una especie de plegamiento y en los sobreescurrecimientos que tienen empero (como ya mencionamos) sólo distancias no considerables. La edad de estas dislocaciones no se puede determinar con exactitud, tampoco como la edad de las diferentes rocas graníticas, etc. Seguro es que algunos de los movimientos ya han tenido lugar antes de la intrusión del granito joven. Eso prueban las aplitas y pegmatitas (3a-b) del granito moderno que han seguido en varios lugares á los planos de hendiduras del clivaje transversal y á las fallas que en parte se han originado en ellas ¹. Pero la mayoría de las dislocaciones parece ser posterior. Se lo reconoce en su efecto (á las rocas de dique ² del granito joven) y á los yacimientos de metal.

Vamos á conocer los rastros de dichos movimientos por algunos ejemplos y considerar las alteraciones que se nota en los yacimientos. Véase para eso también las figuras 2 á 4, 11 á 21, 23 á 26, 29 á 30, 37 que no hemos mencionado todos en el texto para no pecar por demasiado detalles. Un lugar que es lo más instructivo está situado al lado del camino que conduce de la Descubridora pasando por encima del espinazo granítico en la dirección oeste y noroeste hacia la Yanacoya, cerca de las entradas de los túneles donde el camino con serpentinas cortas llega á la altura de la loma. Allí se ve que el granito antiguo, que en sus límites con el joven por la presión ha sufrido un clivaje y que se ha hecho « gneis con ojos » (fig. 11), ha sobreescurrecido á cierta distancia (fig. 16 á 18 y perfil 19).

¹ El tipo de las hendiduras transversales está representado por la fig. 20. Allá las aplitas y pegmatitas (3a) han emergido en planos de clivaje que en varias partes han predestinado la vía de las fallas. En una de ellas sucedió la efusión de la aplita porfírica afanítica (3b).

² Por ejemplo la aplita que sale á flor de tierra en el nordeste al lado de la cocina en la mina Descubridora y que tiene un espesor de cuatro centímetros se ha movido por el espesor del dique. (En el mapa adjunto no está marcado este filoncito.)

Junto con eso han sido plegadas (*zerknittert*) fuertemente unas secreciones cuarzosas de los dos granitos que se encuentran en este lugar. Algo más al norte se ve filones pegmatíticos cerquita del camino. Están plegadas también y las alas del pliegue en parte están inversas; (posteriormente han sido cortadas además por pequeñas fallas). Véase las figuras 12 á 13 y el perfil 19. Plegamientos (*Stauchungen*) y movimientos (*Verschiebungen*) análogos demuestra la figura 29. Se hallan en la Perseverancia. Apófisis de facies pegmática están enrolladas en forma de herradura ó de cilindro; y el filón estanífero que aquí, como también no raras veces en otros sitios, ha seguido á la dirección de tal rama granítica ha sufrido junto con él ramificación fuerte y movimientos horizontales.

Un ejemplo especialmente bueno de la compresión (*Stauchung*) simple (ligada con ó seguida por pequeñas fallas) ofrece el filón de la Yanacoya. El pedazo descubierto de este dique tiene su mayor extensión desde el este hacia el oeste. Está cortado en esta dirección por un lecho seco en dos partes de diferentes dimensiones. La parte septentrional es más angosta pero más larga que la austral; su afloramiento está visible en una distancia de más ó menos 80 metros. Esta ala está inclinada suavemente hacia el norte en todas partes, al parecer sin perturbaciones. Su continuación inmediata forma el pedazo que en los distintos cortes transversales está plegado de manera distinta, situado en el borde izquierdo de la zanja seca. La mayor parte de esta ala tiene igualmente inclinación suave, hacia el sur. El plegamiento aumenta pasando hacia el este. Los tres primeros cortes transversales de la figura 4 ilustran estas condiciones. En la línea que mide alrededor de 50 metros de largo se notifican siempre los síntomas de dislocaciones. Son « arneses » (*Harnische*), aplastamientos y fallas. Bien visibles son con preferencia en la base del filón; pero se las ve también en este mismo. Parece que el dique ha sido cortado al oeste y este por fallas. Empero, porque aquí en su mayor parte él termina libre en las faldas no hemos podido reconocer con seguridad esto en todos puntos. Cierto es que esta clase de limitación existe dentro del ala septentrional, sobre todo en el lado este. La falla tiene aquí dirección á través del afloramiento (en el lecho seco, corte núm. II). El pedazo en el lado oriental de la falla está más bajo que el occidental. Una apófisis de facies pegmatítica del granito joven la que sale arriba del yacimiento forma por eso, más allá de la falla, casi la continuación del filón de cuarzo y mica. También el ala austral del criadero está cortada, en su parte occidental hacia el sur (cortes I y II), en la oriental hacia el norte (perfil III) ¹. El socavón ² en el cabo oeste ha

¹ En el corte número III la falla erróneamente no está marcada.

² En la dirección del dique (oeste-este); no está dibujado.

descubierto la primera dislocación muy bien; el dique está cortado allá por una falla inclinada al norte y se apoya en el granito antiguo. Se ve que se trata de un yacimiento que, por supuesto, primordialmente tenía casi en todas partes inclinación suave. Aquí también la semejanza con los *Floetze* de Zinnwald está todavía lo más grande. Hoy día el dique forma al parecer una bóveda chata con incurvación más fuerte en el lado este.

Lo más intensivas son las dislocaciones en la Descubridora. Este filón ha sido cortado completamente en pedazos, lo que ya enseña una vista al mapa. Pero allá también los aplastamientos y sobreescurrecimientos son numerosos. Por consiguiente cambia la potencia y la forma de pedazos de filón separados casi á cada paso. Puede convencerse de eso en cualquier punto, naturalmente con mayor facilidad en los dos túneles ¹ que se han hecho uno arriba del otro en el rumbo general del yacimiento. Allá se ve que en distancias muy pequeñas oscilan fuertemente la potencia igualmente como la inclinación. Ora el dique aumenta el volumen formando una masa de varios metros y contornos irregulares; ora se encuentran más atrás sólo algunos nidos delgados sin que se pueda explicar este cambio por una falla. Los cortes de la figura 2 son ejemplos de ese fenómeno. Están puestos cuatro metros uno atrás del otro, directamente detrás de la boca del socavón inferior. La causa de estas oscilaciones marcables es efectivamente el sobreescurrecimiento. Por él, grandes pedazos del dique, pero también partes de la base han sido comprimidas, machucadas y e. p. **completamente** aisladas. El movimiento ha tenido lugar en el plano del límite entre los dos granitos; y se comprende fácilmente por qué ha sucedido justamente allá. Una condición favorable estaba dada por la poca resistencia de las capas de mica en las salbandas y del granito caolinizado al lado de los filones. Por estos sobreescurrecimientos se explican ciertas particularidades del criadero de la Descubridora. Especialmente son las zonas de fricción en el mismo dique de cuarzo, además el aplastamiento y el transporte de bolsillos de metal en las salbandas, sobre todo en la base de los criaderos. Los cortes transversales de la boca del túnel inferior hacen ver muy claramente también estos planos de frotación igualmente como están limitadas marcadamente por la « greda ». La potencia de estas zonas de fricción oscila tanto como los filones. De vez en cuando faltan también **completamente**; y la « greda » en este caso está en contacto directo con el plano limítrofe del dique micocuarcífero. Los fragmentos de metal dentro de las zonas de fricción están arrondados, igual como los de la salbanda, y revestidos por la mica blanca de grandes hojas que empero

¹ Erróneamente no están dibujados en el mapa.

está machucada. Donde se hallan en los filones de cuarzo y mica los planos de frotación se puede suponer con seguridad que los límites primitivos del yacimiento están demolidos completamente ó por lo menos en parte.

Ahora se agregan á los aplastamientos, ramificaciones y sobreescurrecimientos en el dique de la Descubridora aun las fallas (que atraviesan más ó menos perpendicularmente á lo largo). Véase las fig. 24 á 25. En el banco de cuarzo blanco (3c), es decir en el filón estanífero, falta un pedazo; se ha hundido más de tres metros (si no hay que buscarle más arriba, lo que es bastante poco probable).

Para completar las complicaciones se hace notar aún una compresión (*Stauchung*) desde el noreste en la dirección del gran dique de cuarzo y mica de la Descubridora que seguramente hay que tener por el efecto del sobreescurrecimiento descrito en la página 144 y figuras. 16 á 19.

Y tomando además en cuenta que los filones estaníferos ya de antemano no estaban uniformes sino seguían vías irregulares muy ramificadas y que luego la casiterita y wolframita están distribuidas en ellos muy arbitrariamente y en general escasas entonces se va á comprender muy bien que las minas de estaño de Mazán tenían que ser abandonadas por no dar resultado satisfactorio, prescindiendo de otras razones que no tienen que ver con esta publicación.

EXPLICACIÓN DE LAS FIGURAS 1 Á 37.

PL. I

Figura 1. Leyenda para las tres láminas de colores figuras 1 á 4.

Mapa geológico de las minas de estaño Descubridora y Yanacoya cerca de Mazán, provincia de La Rioja. Escala 1:15.000.

PL. II

Figura 2. Tres cortes á través del socavón inferior oriental de la Descubridora : I = 4 metros, II = 8 metros, III = 12 metros de la entrada. Vista hacia el interior del túnel.

Filones estaníferos de cuarzo y mica dislocados en granito antiguo; cambiando rápidamente la forma, siguiendo el largo del socavón. 1a y 5 = zonas de greisen machucado y con planos de fricción.

Figura 3. Filones estaníferos de cuarzo y mica dislocados (en granito antiguo) en la bocamina del socavón superior (occidental) de la Descubridora.

PL. III

Figura 4. Cuatro perfiles, uno atrás del otro, á través de los filones de cuarzo y mica con casiterita y wolframita de la Yanacoya. 1a = granito antiguo triturado.

Texto

Figura 5. Leyenda para todas las figuras en negro (6 á 37).

PL. IV

Figura 6. Vista á la cuenca de Mazán desde el sudoeste, del filón estanífero de la Descubridora.

En el primer término á la izquierda el granito y los edificios de la mina (más ó menos 700 metros sobre el nivel del mar).

En el segundo término á la izquierda el Cerro de los Médanos (con dos planos de destrucción inclinados al oeste) alrededor de 1150 metros de altura, que pertenece todavía á la Sierra de Mazán.

Entre los dos términos: el loess fluvial de las figuras 35 y 36, inclinado al oeste.

En el segundo término á la derecha el Río Salado, más allá la estación de Mazán (el ferrocarril conduce desde allá hacia la izquierda á Tinogasta pasando más acá del Cerro Médanos).

En el tercer término la parte austral de ca 3000 metros de la Sierra de Ambato (que alcanza hasta 4000 metros).

Los grandes conos de deyección convergentes de Mazán están bastante bien visibles en el segundo término, en el centro y en la parte derecha de la fotografía.

PL. V

Figura 7. El granito antiguo (con los grandes feldespatos de potasio de color claro bien visibles) contiene un cascote de cuarcita biotitífera (*c-b*) alrededor de 0,97 de largo.

Debajo de este pedazo de cuarcita el granito antiguo está atravesado por una apófisis clara del granito joven (en este punto 0,22 metros de ancho, dirección NE.-SO., inclinación fuerte hacia SE.); la apófisis tiene su raíz hacia la izquierda más arriba (NE.) en un macizo algo más grande.

Al noroeste arriba de la Descubridora en la cumbre del espinazo granítico, cerca (al nordeste) del punto donde la senda para la Yanacoya alcanza la parte más alta. Vista tomada hacia el estesusdeste.

Figura 8. Dibujo explicativo para la figura 7.

PL. VI

Figura 9. (Continuación hacia la izquierda de la figura 10). Contacto de granito antiguo (oscuro) con granito (claro). Es visible la formación de cuevas de descomposición en el granito antiguo.

Lado sud del macizo de granito joven al oeste de la Descubridora. Visto desde la quebrada transversal del Río Salado hacia el norte.

Figura 10. Continuación hacia la derecha de la figura 9.

Pl. VII

Figura 11. Contacto entre granito antiguo y joven. El antiguo ofrece el fenómeno de clivaje transversal en el límite («granito con ojos»). F = grandes cristales de feldespatos de potasio en el granito antiguo.

Al ostenoroeste ca. 70 metros arriba de la mina Descubridora. Vista tomada hacia el noroeste.

Figura 12. Granito joven pegmatítico dentro del granito antiguo. Pliegue «acostado» (*pli couché*) que posteriormente ha sido cortado por fallas.

Visto desde el sud (10 metros más abajo). Al ostenoroeste ca 70 metros arriba de la mina Descubridora.

Texto

Figura 13. Dibujo explicativo para la figura 12.

F = zona de feldespatos de potasio en el granito joven pegmatítico; CT = zona de cuarzo y turmalina en el granito joven; t = turmalina secundaria en la sinclinal del granito antiguo.

Allá donde está la grieta (entre las dos fallas x á la derecha del dibujo) al parecer se ha hundido posteriormente un pedazo de las rocas plegadas ó ha desaparecido por erosión. Más tarde seguramente se han acercado por compresión las dos partes que se han quedado á la izquierda y derecha.

Figura 14. (Á la izquierda de la figura 12). Falla en el granito joven pegmatítico, con flexura. Vista hacia el norte. Al ostenoroeste ca 70 metros arriba de la Descubridora.

Figura 15. Apófisis pegmatíticas del granito joven hechas pedazos, en el granito antiguo. Al ostenoroeste arriba de la Descubridora.

Pl. VIII

Figura 16. (Continuación izquierda de la figura 17). Sobreescurrecimiento (*surglissement*) del granito antiguo sobre el joven en dirección desde el nornoroeste. Fa = facies aplítica marginal del granito joven.

Vista tomada desde el sudsudoeste (borde derecho del vallecito) por arriba hacia el fondo de la quebrada seca que se abre al oeste de la Descubridora hacia el valle transversal del Río Salado. Lado septentrional del macizo de granito joven al oeste de la mina Descubridora.

Figura 17. Continuación hacia la derecha de la figura 16.

Texto

Figura 18. Cuadro explicativo para las figuras 16 y 17. Granito antiguo con una masa lenticular de cuarzo (4) completamente comprimida y hecha pedazos; en el interior de un pedazo está incluído un fragmento de granito antiguo básico esquisto. El granito antiguo ha sido movido por encima del joven y éste ha entrado al

otro en forma de diente. C = cuarzo, concentración en el granito joven fuertemente deformada.

Inmediatamente al oestenoeste del filón estanífero arriba de los edificios de la Descubridora.

Figura 19. Perfil general pasando por los lugares representados en las figuras 12 á 13 y 16 á 18.

1a = granito antiguo rojo alterado.

Escala 1:3000.

PL. IX

Figura 20. Aplitas (3a) y pegmatitas (3a) (hasta 15 cm de espesor), además aplita porfirica de aspecto amorfo (3 b) atraviesan el granito antiguo y joven (lado SO. del macizo).

Vista tomada hacia el este. Lado izquierdo (oriental) del cajón seco que desemboca al Río Salado (al O. de la mina Descubridora).

Figura 21. Dibujo explicativo correspondiente á la figura 20.

PL. X

Figura 22. Filón estanífero de cuarzo y mica entre el granito antiguo superyacente y el granito joven basal (lado norte del macizo). Mina Descubridora.

Vista tomada desde la loma en la parte derecha de la figura 17, inmediatamente arriba de los edificios, mirando hacia el este.

Figura 23. Filones estaníferos ramificados y dislocados que presentan un plegamiento suave en la dirección, desde el nornoroeste ¹.

Visto aproximadamente hacia el norte. Al oeste é inmediatamente arriba de las bocas de los socavones de la Descubridora.

Texto

Figura 24. (Detalle de las figuras 22 y 23). Parte de un filón estanífero (dirección ca ONO.-ESE.) cortada por fallas (dirección ca NNE.-SSO.): el pedazo que falta está hundido más de 3 metros.

Vista tomada más ó menos hacia el norte. Mina Descubridora, situación como en la figura 23.

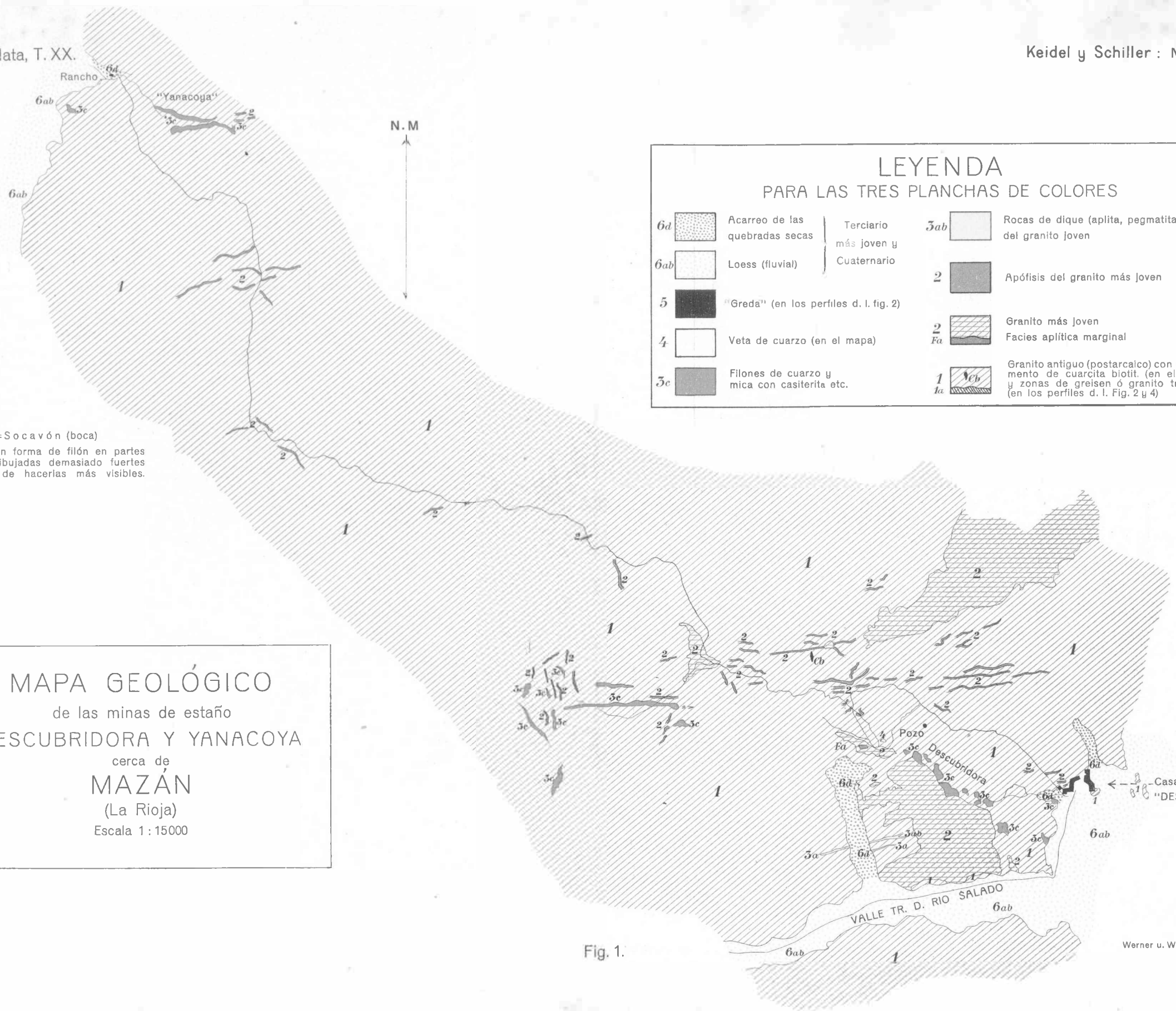
Figura 25. (Detalle de las fig. 22 y 23). Parte derecha de la figura 24.

Figura 26. (Detalle de las fig. 22 y 23). Corte de filones estaníferos de cuarzo y mica. Las intercalaciones irregulares negras en un banco (0,40 m.) de 3c significan concentraciones de mica clara. Nosotros encontramos la casiterita sólo en este banco.

Visto más ó menos hacia el nornoroeste. Al oeste é inmediatamente arriba de la mina Descubridora.

Figura 27. Corte detallado de un filón microcuarcífero compuesto. En los planos de los estratos hay á menudo costras de yeso infiltrado de color rojo (por contener óxido de hierro). 1 = granito antiguo, rojo hasta pardo. 1a = granito antiguo pardo, blando y con cristales grandes caolinizados de feldespato potásico; está cortado por

¹ Es el mismo rumbo de plegamiento como en las figuras 12 á 13 y 16 á 18: allá como aquí se han formado posteriormente fallas transversales.



LEYENDA

PARA LAS TRES PLANCHAS DE COLORES

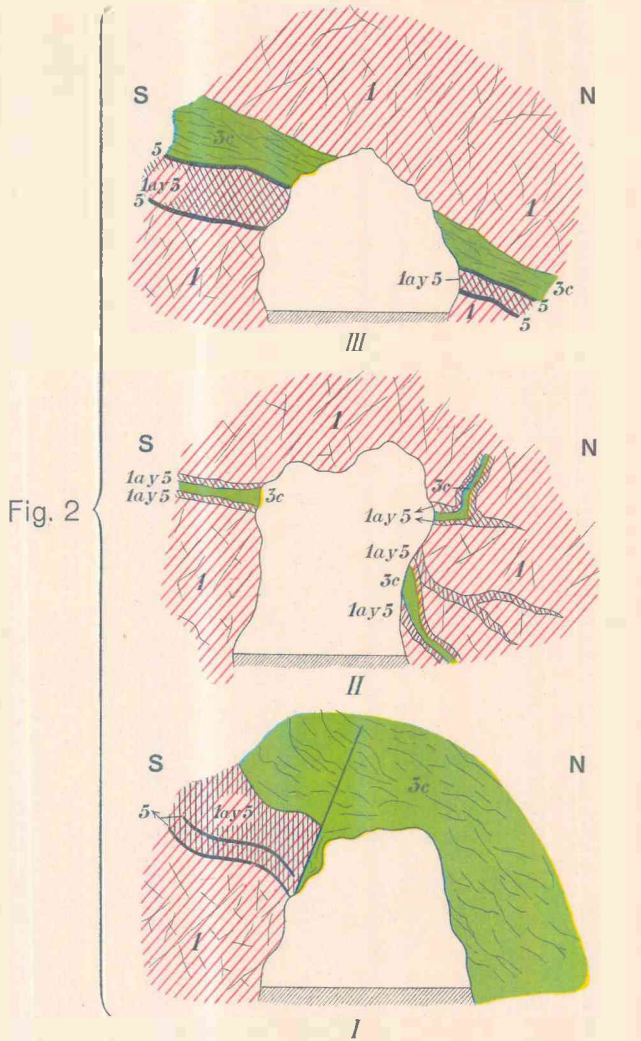
<p>6d Acarreo de las quebradas secas</p> <p>6ab Loess (fluvial)</p> <p>5 "Greda" (en los perfiles d. l. fig. 2)</p> <p>4 Veta de cuarzo (en el mapa)</p> <p>3c Filones de cuarzo y mica con casiterita etc.</p>	<p>Terciario más joven y Cuaternario</p>	<p>3ab Rocas de dique (aplitita, pegmatita etc.) del granito joven</p> <p>2 Apófisis del granito más joven</p> <p>2 Granito más joven</p> <p>2 Fa Facies aplitica marginal</p> <p>1 Granito antiguo (postarcaico) con un fragmento de cuarzita biotit. (en el mapa) y zonas de greisen ó granito triturado (en los perfiles d. l. Fig. 2 y 4)</p>
--	--	--

S=Socavón (boca)
 Las rocas en forma de filón en partes han sido dibujadas demasiado fuertes con el fin de hacerlas más visibles.

MAPA GEOLÓGICO
 de las minas de estaño
DESCUBRIDORA Y YANACOYA
 cerca de
MAZÁN
 (La Rioja)
 Escala 1 : 15000

Fig. 1.

Werner u. Winter, Frankfurt a. M.



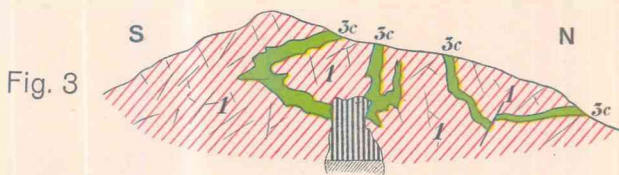
Tres cortes
através del socavón
inferior (oriental) de la
"DESCUBRIDORA"

III = 12 mts }
II = 8 " } de la entrada
I = 4 " }

Vista hacia el interior del
túnel

Filonos estaníferos
de cuarzo y mica dislo-
cados (en granito antiguo)
cambiando rápidamente
la forma, siguiendo el
largo del socavón.

1a y 5 = zonas de greisen
machucado y con planos
de fricción



Filonos estaníferos
de cuarzo y mica dislo-
cados (en granito antiguo)
en la bocamina del soca-
vón superior (occi-
dental) de la
"DESCUBRIDORA"

Cuatro perfiles,
uno atrás del otro, a través de los filones de cuarzo y mica con casiterita
y wolframita de la "YANACOYA"

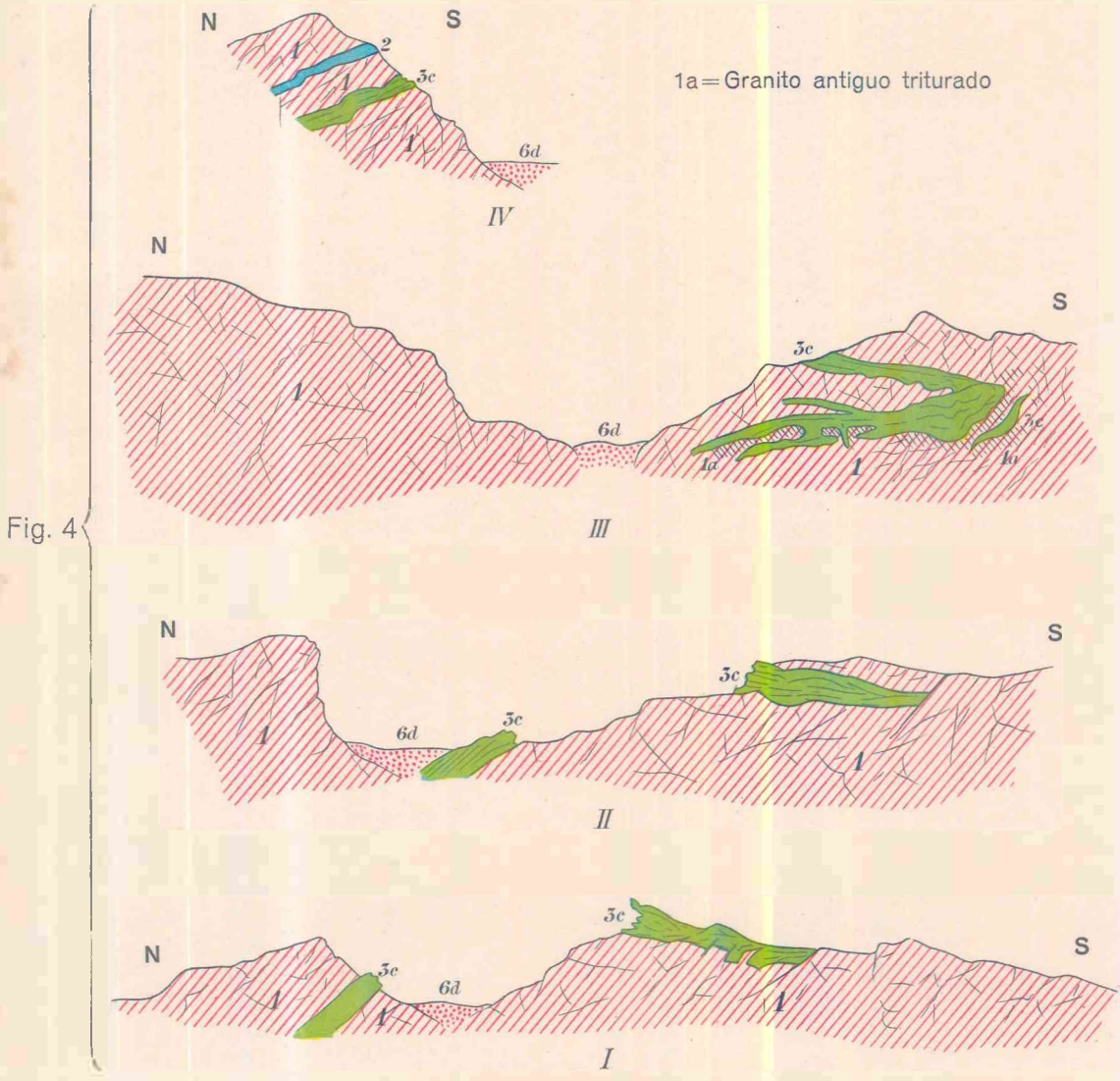


Fig. 4

Werner u. Winter, Frankfurt a. M.

Leyenda para todas las figuras en negro











- 1  Granito antiguo (postarcaico).
 - 2  Granito más joven y sus apófisis.
 - 3ab  Rocas de dique (apfita, pegmatita, etc.) del granito joven.
 - 3c  Filones de cuarzo y mica con casiterita, etc.
 - 4  Vetas de cuarzo.
 - 1-5  Rocas antiguas.
 - 6ab  Loess fluvial con bancos de rodados y arena.
 - 6c  Médanos.
 - 6d  Acarreo y conos de deyección.
 - X  Planos de dislocación (fallas, sobreescurreimientos, etc.).
- } Terciario más joven y Cuaternario

Fig. 5.



Fig. 6. La cuenca de Mazán con los edificios de las minas de estaño. Prov. La Rioja

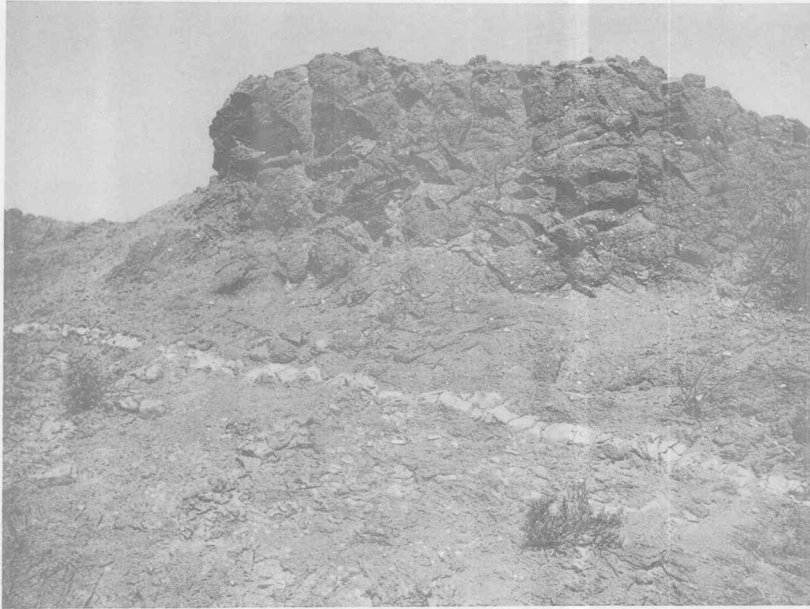


Fig. 7. Los dos granitos postarcaicos, el antiguo con un cascote de sedimento. Mazán

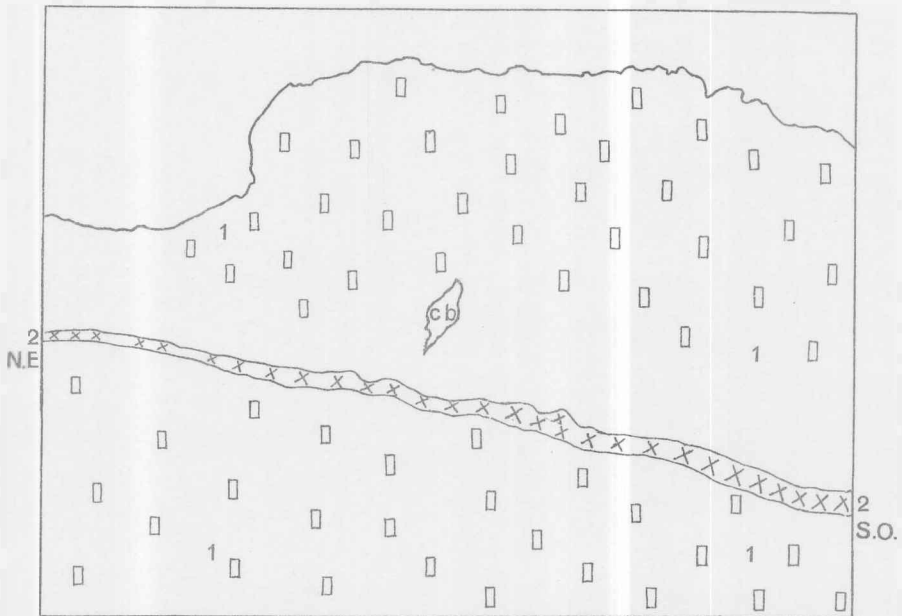


Fig. 8. Dibuja explicativo para la fig. 7

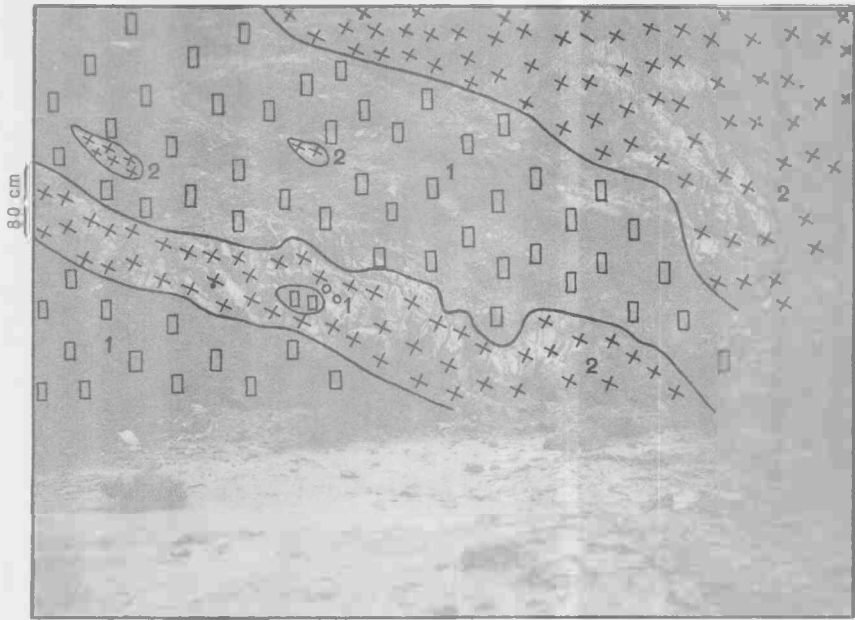


Fig. 9. Los dos granitos postarcaicos. Mazán

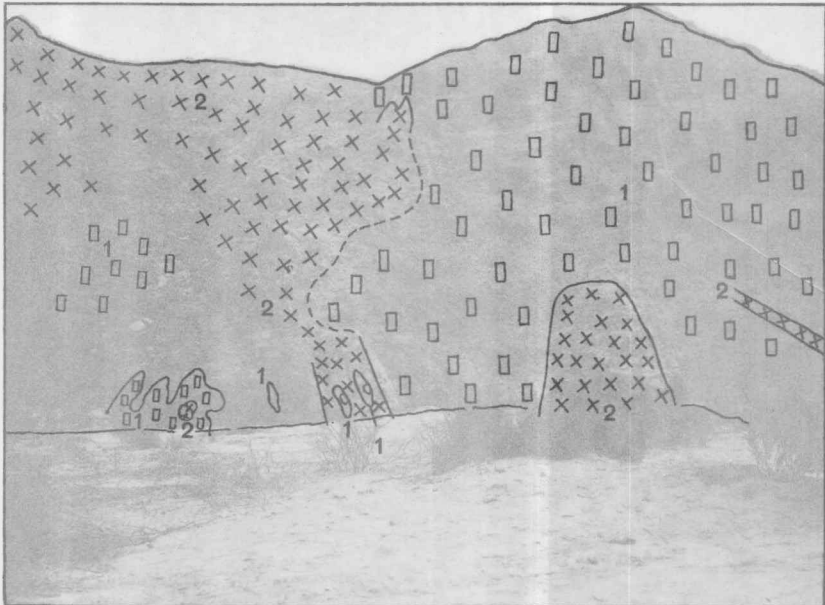


Fig. 10. Continuación de la fig. 9



Fig. 9. Los dos granitos postarcaicos. Mazán



Fig. 10. Continuación de la fig. 9

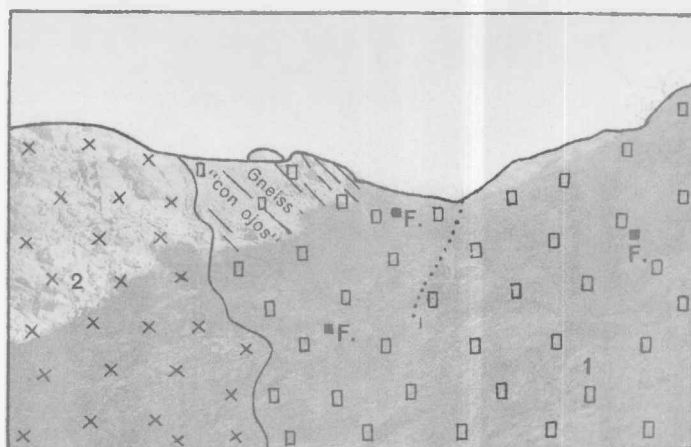


Fig. 11. Los dos granitos postarcaicos; en el contacto: gneiss (por presión). Mazán

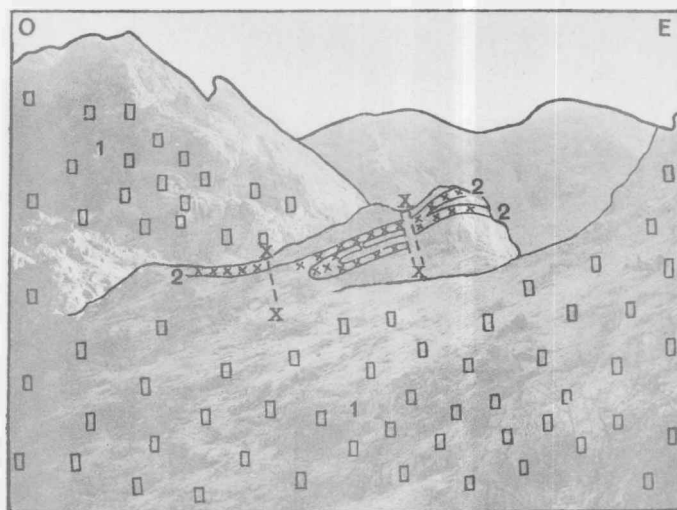


Fig. 12. Dislocaciones de los dos granitos postarcaicos. Mazán



Fig. 11. Los dos granitos postarcaicos; en el contacto: gneiss (por presión). Mazán



Fig. 12. Dislocaciones de los dos granitos postarcaicos. Mazán

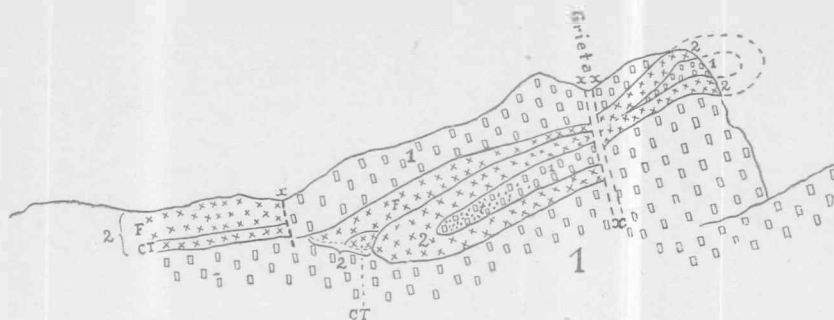


Fig. 13. — Dibujo explicativo para la fig. 12 (pl. VII). F == zona de feldespatos de potasio; CT == zona de cuarzo y turmalina; t == turmalina secundaria. ONO. de la Mina Descubridora, Mazán.

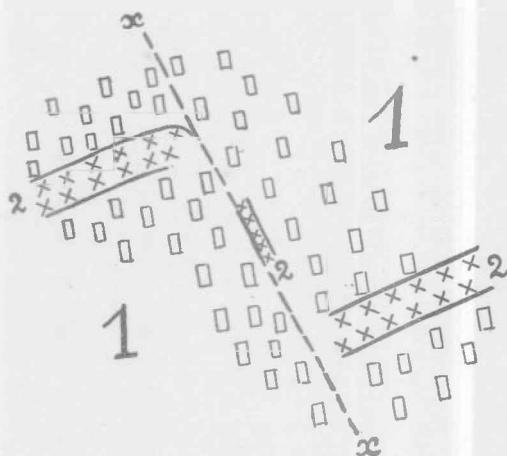


Fig. 14. — Flexura en el granito joven. ONO. de la Descubridora

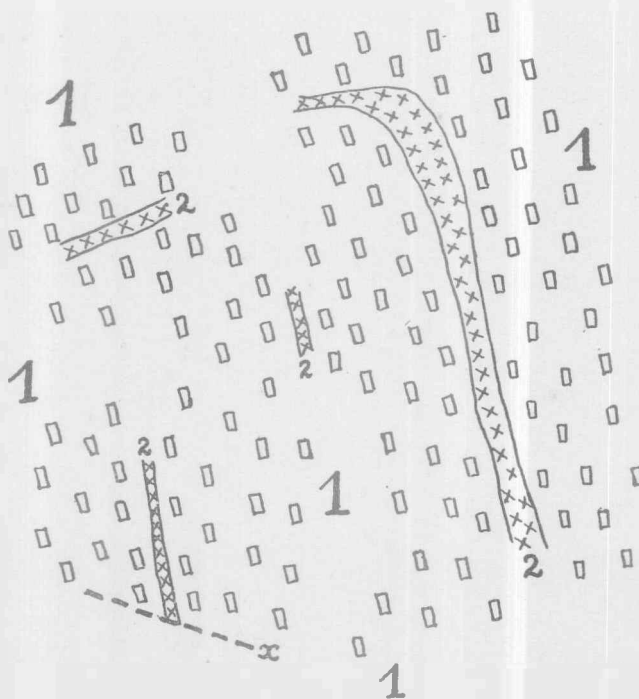


Fig. 15. — Granito joven hecho pedazos. ONO. de la Descubridora

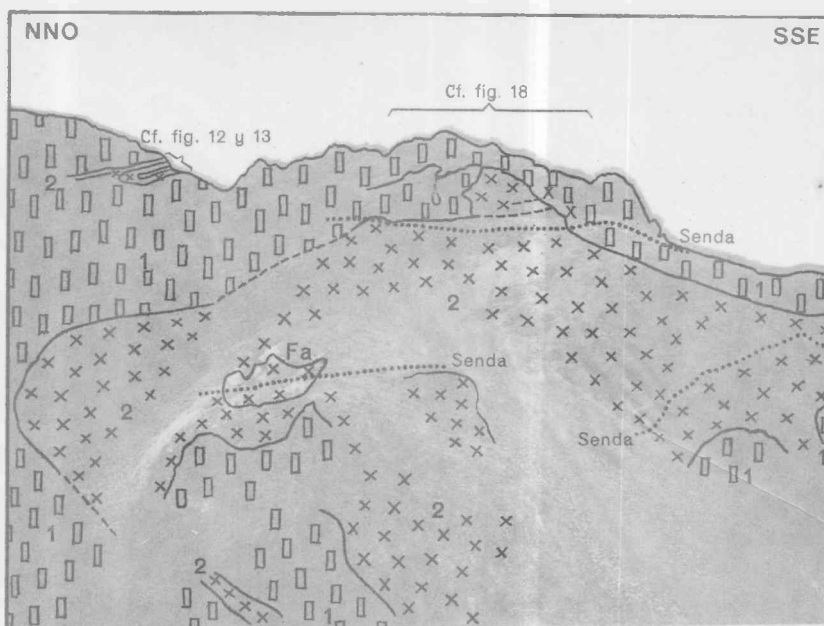


Fig. 16. Sobreescorrimiento del granito antiguo sobre el joven. Mazán

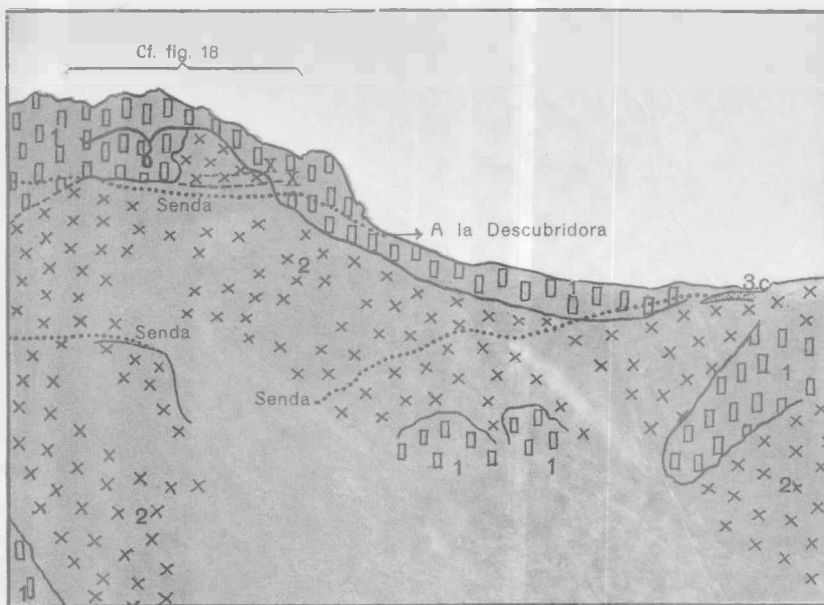


Fig. 17. Continuación de la fig. 16



Fig. 16. Sobreescorrimiento del granito antiguo sobre el joven. Mazán



Fig. 17. Continuación de la fig. 16

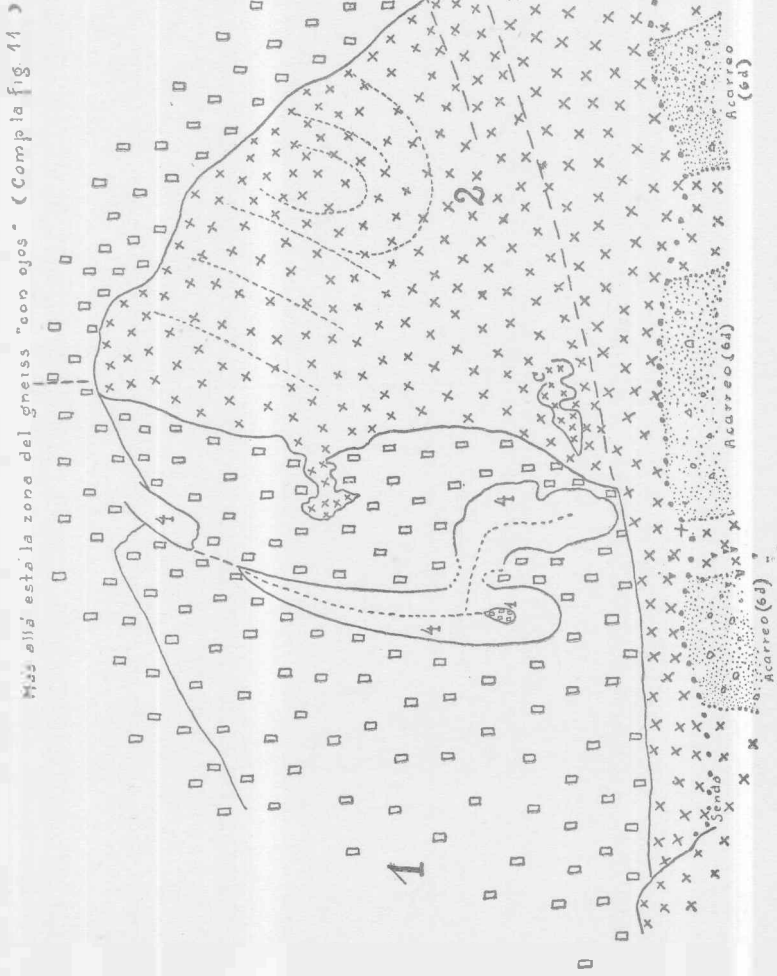
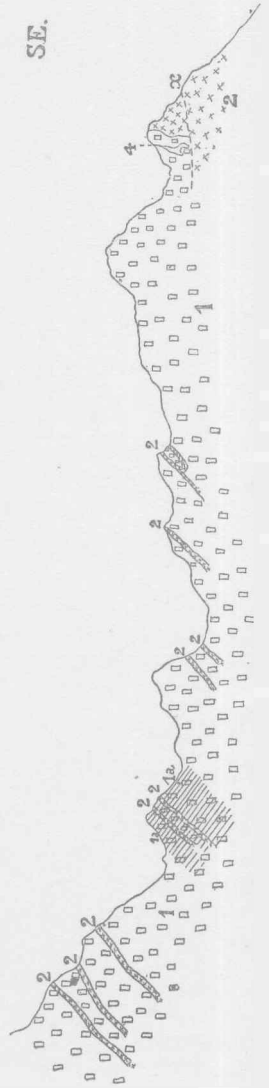


Fig. 18. — Dibujo explicativo para las fig. 16 y 17 (pl. VIII). Sobreescurreimiento del granito antiguo sobre el joven. C = cuarzo (concentración en el granito joven). ONO. de la Descubridora

NO.



SE.

Fig. 19. — Perfil pasando por los puntos de las fig. 12 a 13 y 16 a 18. 1a = granito antiguo alterado. Escala 1 : 3.000.



Fig. 20. Rocas esquizolíticas (aprita etc.) en los dos granitos postarcaicos. Mazán

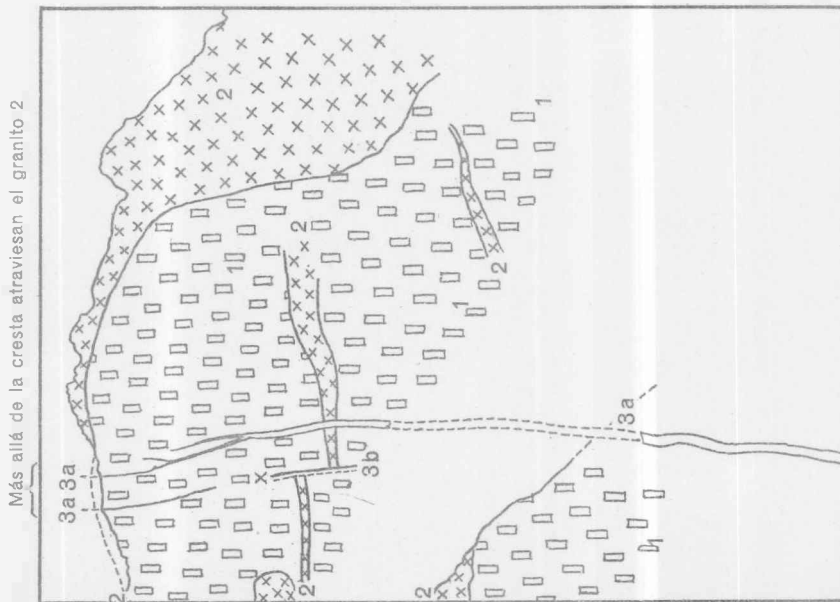


Fig. 21. Dibujo explicativo para la fig. 20

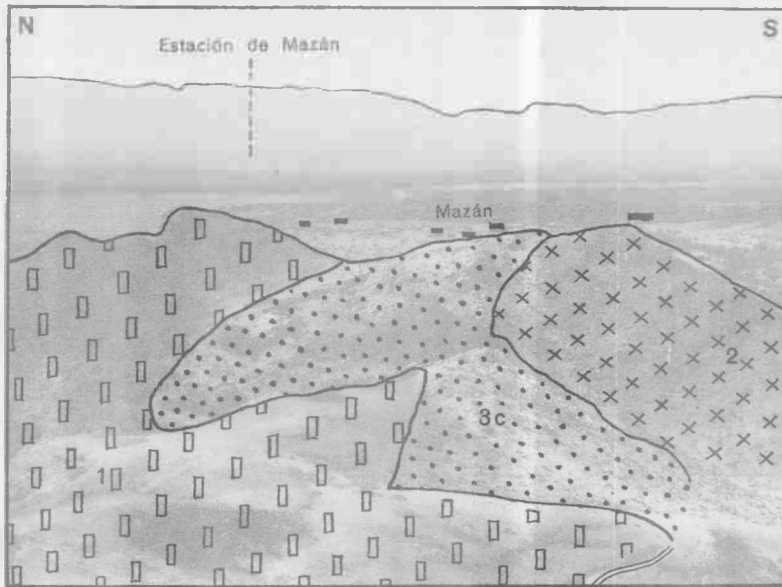


Fig. 22. Filón estanífero entre los dos granitos. Mazán

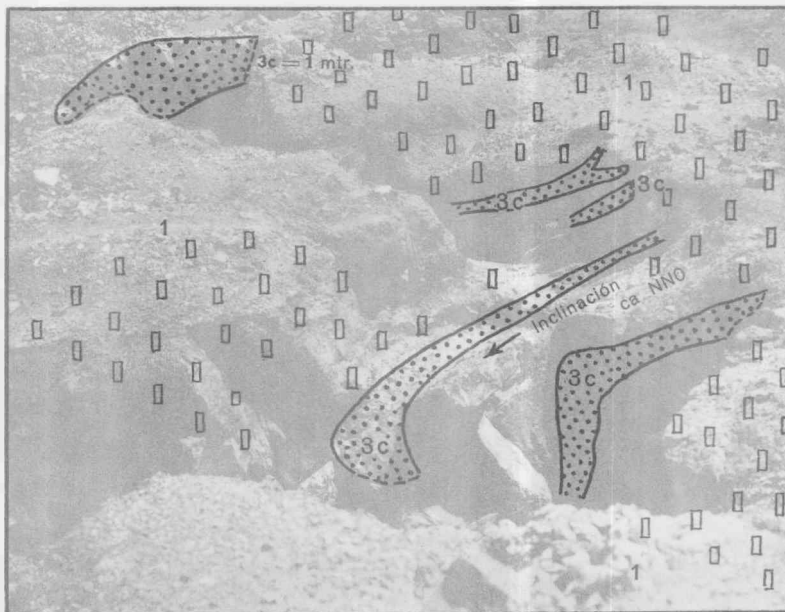


Fig. 23. Filones estaníferos dislocados. Mazán



Fig. 22. Filón estanífero entre los dos granitos. Mazán



Fig. 23. Filones estaníferos dislocados. Mazán



Fig. 31. — Perfil general de Mazán. Escala 1 : 50.000

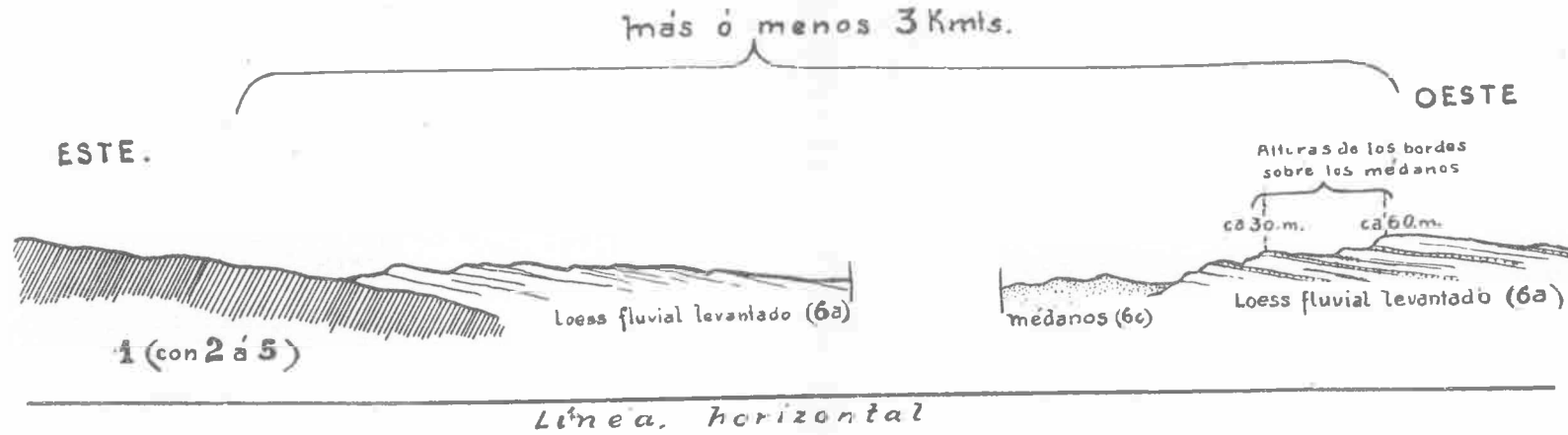


Fig. 32. — Parte occidental de la figura 31, más al Sud. Mazán

Plano de destrucción
Cerro granítico de Mazán
con las minas de estaño

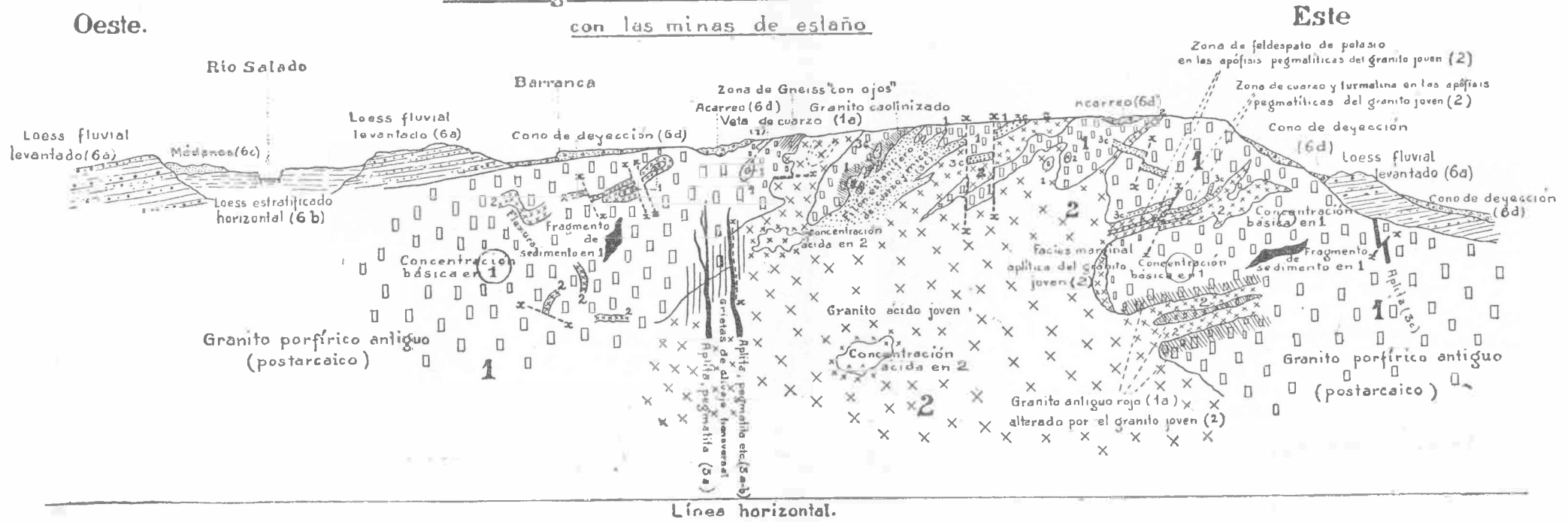


Fig. 37. — Combinación esquemática de las relaciones de todas las rocas de Mazán



Fig. 24. — Detalle de las figuras 22 y 23 (pl. X). Pedazo del filón estanífero hundido entre dos fallas. Descubridora

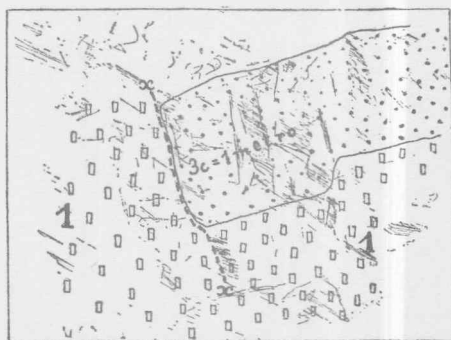


Fig. 25. — Parte derecha de la figura 24. Descubridora

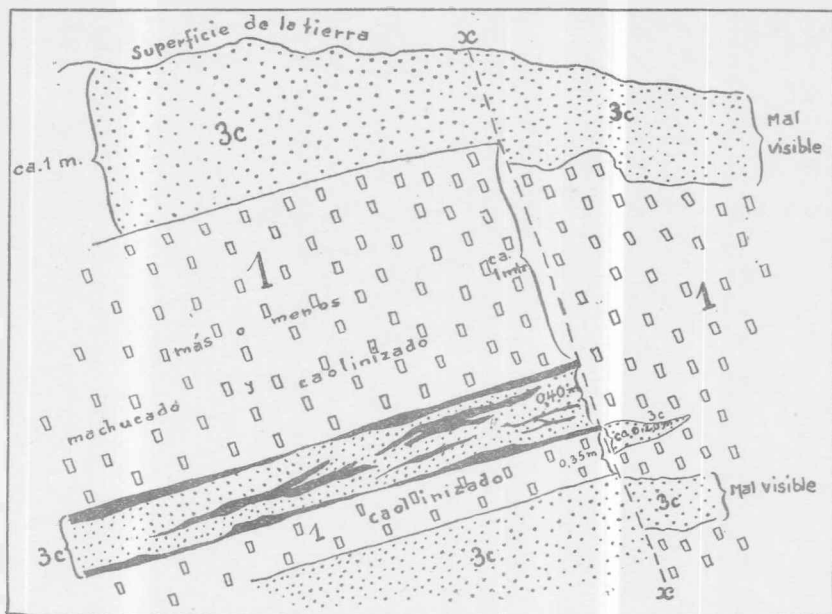


Fig. 26. — Detalle de las figuras 22 y 23 (pl. X). Las intercalaciones negras en 3c (0,40 m), son concentraciones de mica clara. Descubridora

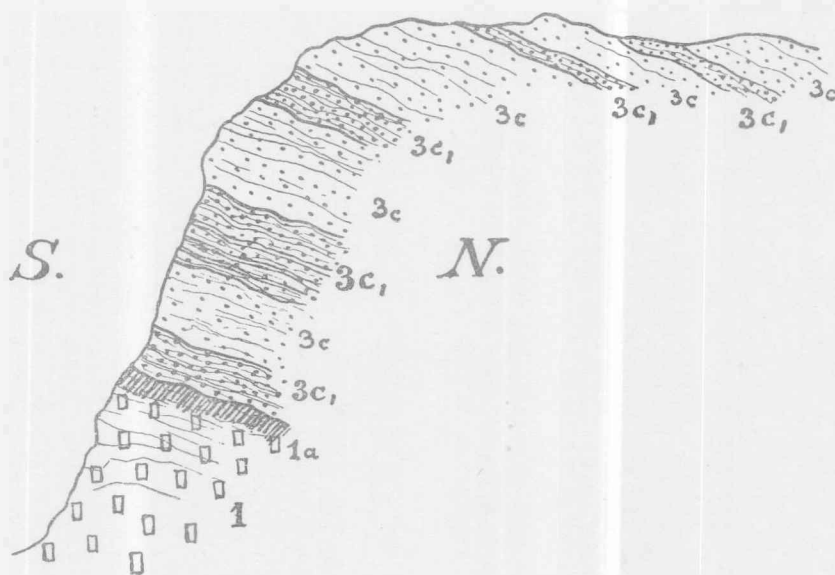


Fig. 27. — Filón de cuarzo y mica (compuesto). 1a = granito antiguo alterado ; 3, = estratos delgados de cuarzo con cortezas de sericita y con turmalina abundante. Altura del corte = 3,5 m. Oeste de la Descubridora.

N.

S.

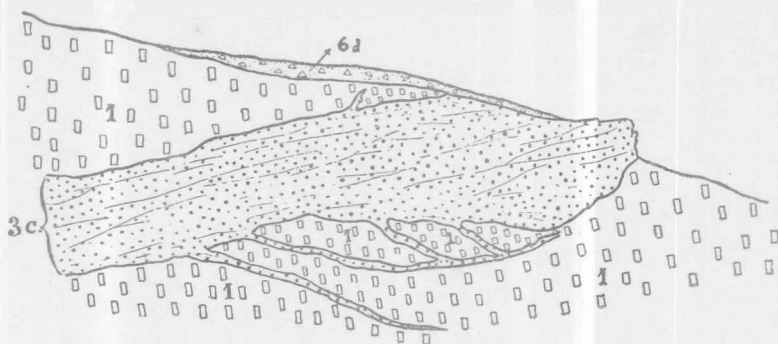


Fig. 28. — Ala septentrional del filón metalífero de la Mina Zanacoza, Mazán

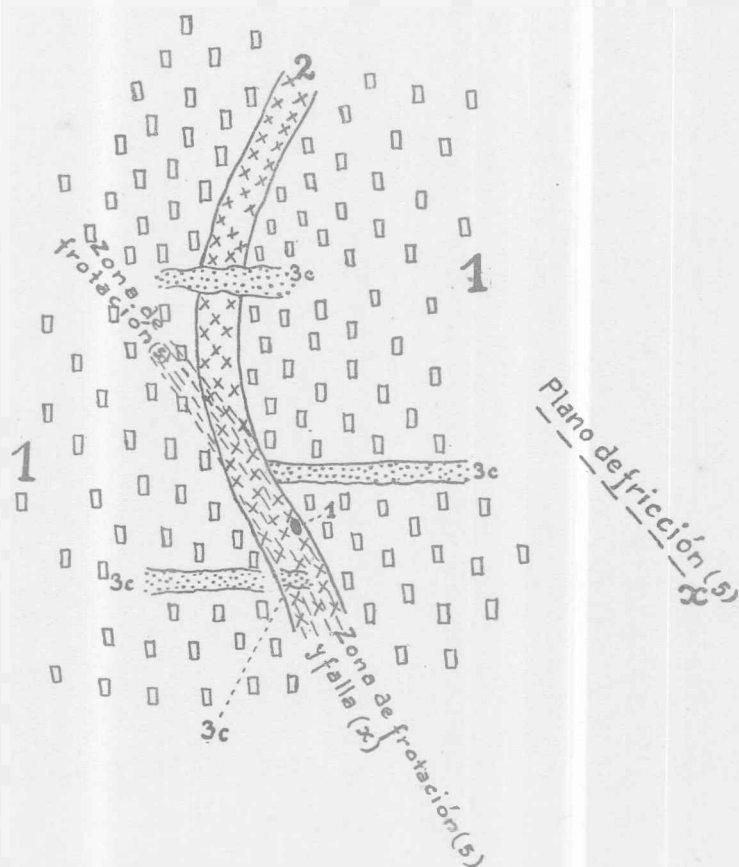


Fig. 30. — Granito joven atravesado por filones estaníferos. Mina Casitera, Mazán

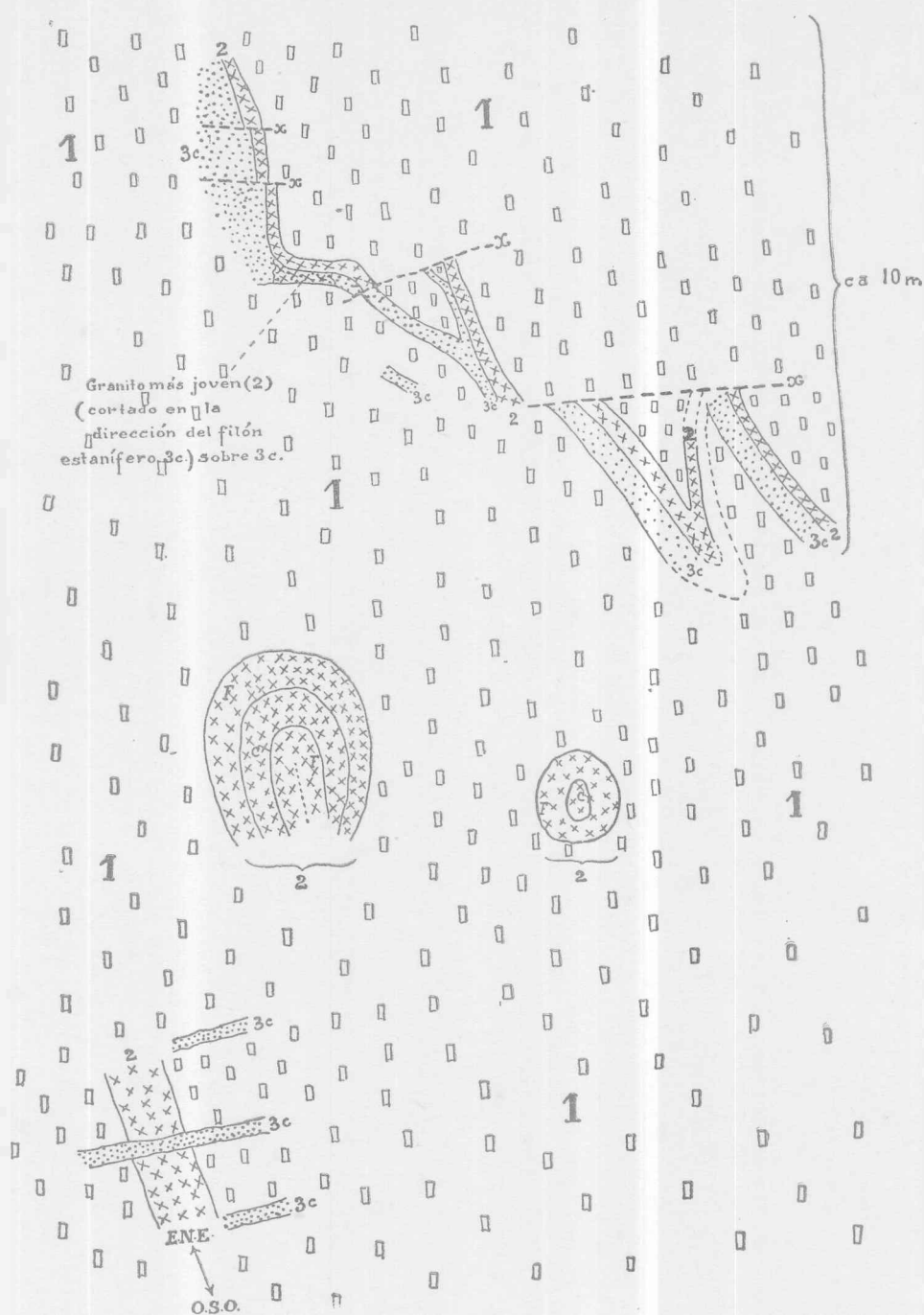


Fig. 29. — Dislocaciones fuertes en granito joven y un filón estanífero que acompaña ó cruza el primero. F = zona de feldspatos de potasio; C = zona de cuarzo. Mina Perseverancia, Mazán.

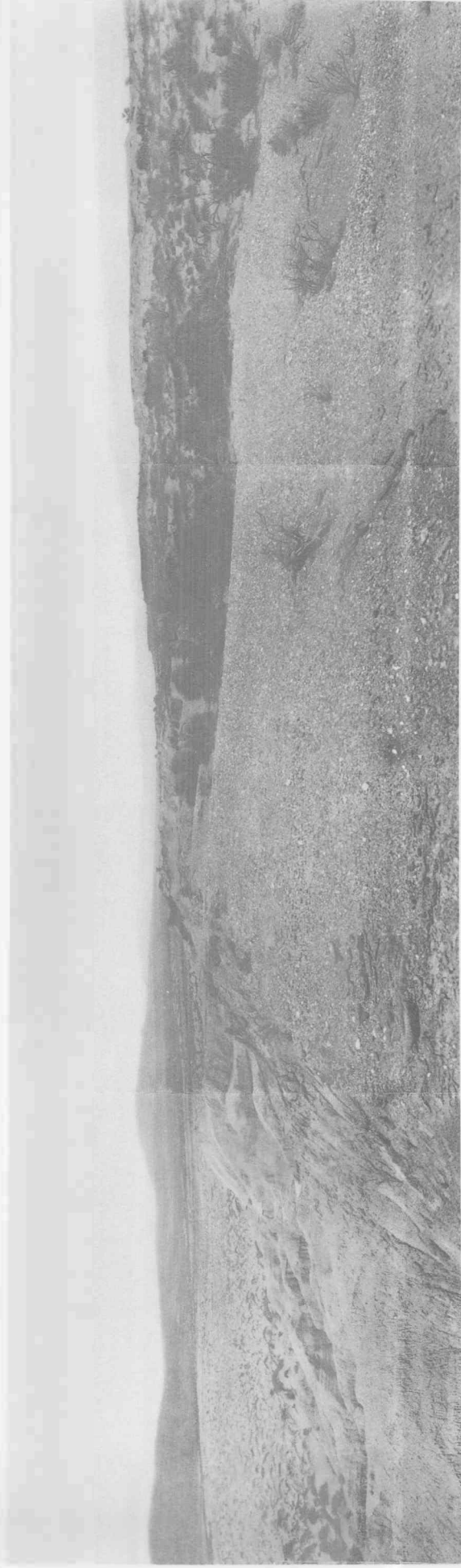


Fig. 33, Loess fluvial inclinado y planos de destrucción inclinados de la misma manera. Al Oeste de Mazán



Fig. 34. Planos de destrucción y loess, uniformemente levantados. Al Oeste de Mazán



Fig. 35. Loess fluvial inclinado. Mazán



Fig. 36. Loess fluvial y plano de destrucción inclinados.
Mazán

planos de fricción en los que se encuentra arcilla roja. 3c = bancos de cuarzo con capas hojosas en cuyas superficies está pegada una mica sericítica de color blanco verdoso; algunas napas están impregnadas con cristales finos de turmalina. 3c = estratos delgados de cuarzo gris y gris azul con cortezas de mica sericitiforme; los estratos están impregnados por cristales abundantes de turmalina.

Altura del corte = 3,5 metros. Cumbre del espinazo granítico al oeste de la Descubridora.

Figura 28. Corte de un dique de cuarzo y mica. 1 = granito antiguo caolinizado; 3c = filón estanífero con ramificaciones en la base; 6d = escombros.

Largura más ó menos 6 metros. Ala septentrional del filón de la Yanacoya.

Figura 29. Arriba ¹: Dislocación fuerte en las apófisis pegmatíticas del granito joven y en un dique estanífero de cuarzo y mica (este dique tiene un espesor hasta ca 1,5 metros, dirección más ó menos NNE., algo torcida, inclinación suave y fuerte hacia el ONO.).

Medio ¹: Apófisis pegmatíticas de granito joven, completamente enrolladas. F = zona de cuarzo blanco y violeta.

Abajo ¹: Granito joven (inclinación 30°-40° al NNO.), cruzado por filones micuareíferos delgados que llevan arsenopirita y $\frac{1}{2}$ escorodita $\frac{1}{2}$ (inclinados suavemente al SO.).

Visto hacia el este, falda arriba, desde la mina Perseverancia.

Fig. 30. Granito joven (en el antiguo), atravesado por filones estaníferos.

El conjunto después ha sido cortado por planos de fricción.

Visto aproximadamente hacia el sur. Cerca de la mina «Casitera». Segundo grupo de filones, al sur del primer grupo.

PL. XI

Figura 31. Perfil general del plano de destrucción arqueado del espinazo granítico de Mazán, de las capas fluviales modernas al este y oeste de él que están dislocadas también y del lecho del río Salado.

g1-7 = planos de destrucción arqueados (generalmente sobre granito) más al sur. 6a = loess fluvial más antiguo de color pardo claro hasta rojo con intercalaciones de rodados, pedregullo y arena; todas las capas están inclinadas; 6b = loess estratificado horizontal de edad más joven á los dos lados del río Salado; 6c = médanos; 6d = conos de deyección.

Escala 1:50.000.

Figura 32. Perfil especial al de la figura 31. Demuestra la parte occidental de aquel corte, pero más al sur.

Se ve la superposición del loess fluvial levantado (6a) sobre el plano de destrucción (1 á 5).

PL. XII

Figura 33. En el primer término: El loess fluvial inclinado (6a) como en las figuras 31 á 32 y 34 á 36. La superficie está cubierta por los rodados de un banco de grano grueso.

A la izquierda del segundo término es la loma granítica de Mazán cerca de su bor-

¹ Las distancias entre «arriba» y «medio» y «abajo» no están dibujadas en proporción natural sino los tres esquemas están puestos mucho más cerca uno al otro.

de occidental. Más acá el lecho del río Salado que, dándose la vuelta por la derecha y luego por la izquierda, ha cortado el espinazo en forma de valle transversal.

En el tercer término á la izquierda y en el medio los planos de destrucción convexos de diferentes alturas sobre las rocas en general graníticas de las sierras de Mazán, á la derecha la parte austral de la sierra de Velasco que alcanza 4000 metros (rama principal).

Se ve como todos los planos de abrasión de la mitad izquierda del cuadro y las formaciones jóvenes que descansan sobre ellos concordantemente tienen inclinación al oeste de más ó menos 6 á 7°.

Punto adonde se ha tomado esta fotografía: casi 3 kilómetros al oeste de la Yanacoya sobre el borde derecho (occidental) del río Salado, visto hacia el sudoeste.

PL. XIII

Figura 34. En el primer término loess fluvial (6a) de color pardo con intercalaciones abundantes de pedregullo y rodados. Inclinación 6 á 7° al oeste. Al pie de la barranca están médanos (6c).

En el tercer término algunas elevaciones de las lomas graníticas de Mazán, al sudsudoeste de los yacimientos metalíferos, cuyos planos de destrucción dejan reconocer la misma inclinación como las capas de loess.

Entre los dos términos hay conos de deyección modernos (6d).

Punto fotográfico algo más abajo que aquel de la figura 33, mirando al sur.

PL. XIV

Figura 35. Loess fluvial (6a) con intercalaciones arenosas y bancos de pedregullo. Las capas están inclinadas con 6 á 7° al oeste y tocan discordantemente al granito.

Vista tomada hacia el sudeste. Falda oriental del cerro granítico de Mazán, al norte de los edificios de la Descubridora.

Figura 36 (como la figura 35). Loess fluvial (6a) con estratos inclinados hasta un importe de 7°.

Entre los dos lomos graníticos de Mazán y del cerro de los Médanos (cerca de la línea del ferrocarril de Mazán á Tinogasta), mirando desde el sur.

En el término intermedio á la derecha: el plano de destrucción del cerro Médanos inclinado al oeste.

En la distancia: La parte austral de ca. 3000 metros de la sierra de Ambato.

PL. XI

Figura 37. Combinación esquemática de las relaciones estratigráficas y tectónicas de todas las rocas en la región de las minas de estaño de Mazán.