

quistos, procederían en tal caso, por lo menos en parte del mismo origen.

## CAPITULO XXXIII.

## ROCAS PLUTÓNICAS.—GRANITO.

Después de las rocas volcánicas, se puede tratar de las rocas Plutónicas, porque estas dos clases tienen entre sí las más estrechas relaciones. Hemos hablado de las últimas como rocas que constituyen la porción no estratificada de las formaciones cristalinas ó hipógenas, y hemos dicho que se diferenciaban de las rocas volcánicas, no solo por su estructura más cristalina, sino también por la ausencia de tobas y brechas, que son el resultado de erupciones producidas á cielo abierto ó bajo el mar á profundidades poco considerables. También difieren por la ausencia de tobas y brechas que son el resultado de erupciones producidas á cielo abierto ó bajo el mar á profundidades poco considerables. También difieren por la ausencia de estos poros ó cavidades celulares á que la expansión de los gases, antes aprisionados, ha dado lugar en el seno de las lavas ordinarias. De estas particularidades y otras aun, se puede deducir que los granitos se han formado á grandes profundidades de la tierra, que se han enfriado y cristalizado lentamente bajo una presión poderosa que no ha permitido á los gases desprenderse. Las rocas volcánicas por el contrario aunque generalmente han venido de abajo, han sufrido un enfriamiento mucho más rápido, y siempre en la superficie ó cerca de la superficie del suelo. Así pues con arreglo á la hipótesis de que los granitos fueron engendrados á una gran profundidad, se les ha dado el nombre de *rocas Plutónicas*. El geólogo principiante comprenderá con facilidad que la influencia del calor debe continuar y extenderse partiendo del foco de todo cráter en actividad hasta una distancia que puede llegar á algunos kilómetros; fácil le será también calcular hasta qué punto deberan ser diferentes los efectos que, bajo esta influencia se produzcan en las entrañas de la tierra; podrá sin trabajo tomar una idea de la manera cómo las rocas volcánicas y plutónicas, aunque semejantes por su estructura y aun á veces por su composición, se formaran sin embargo simultáneamente, unas en la superficie y otras á grandes profundidades.

**Granito.** Ciertos autores han comprendido todas las masas de que aquí se trata bajo una denominación única, la de *Granito*, la cual abraza desde luego una numerosa familia de rocas cristalinas y compuestas, que ordinariamente yacen debajo de todas las demás formaciones; por la razón contraria, hemos visto al trapp cubrir con mucha frecuencia capas de diferentes edades. El granito conserva frecuentemente un carácter muy uniforme en una gran extensión de país, constituyendo elevaciones de forma redondeada, particular, ordinariamente cubiertas de una escasa vegetación. La superficie se halla generalmente en estado de descomposición y de ruina; las colinas están coronadas de montones de piedras semejantes á fragmentos de una masa estratificada como se ve en la figura 554, y algunas veces análogas á masas de peñascos de transporte, con los cuales se les ha confundido en ciertos casos. Estas piedras, angulosas primero, adquieren insensiblemente una forma redondeada, por la acción del aire y del tiempo, porque sus bordes y sus ángulos se embotan más rápidamente que el centro de las caras. Ya hemos descrito una estructura esférica semejante como característica del basalto y de otras formaciones volcánicas; preciso es atribuirla á causas análogas hasta el presente poco conocidas todavía.

Aunque sea una de las particularidades del granito

el no tener forma alguna determinada, esta roca sin embargo, se encuentra algunas veces atravesada de hendiduras, de modo que afecta una estructura cuboidea y aun caluminiaria; ejemplos de este fenómeno se observan cerca de Land's End, en el Cornwall (figura 555).

Las formaciones plutónicas tienen también de común con las formaciones volcánicas, el que se observan en ellas venas ó ramificaciones que parten de la masa central y las recorren en diferentes direcciones, así como á las rocas que las acompañan y producen en estas últimas, alteraciones que vamos á describir. También ofrecen analogía con los trapps por la ausencia de restos orgánicos; pero se diferencian de ellos por su mayor uniformidad de testura; masas enteras de rocas plutónicas de una extensión indefinida, parecen haber sido producidas en las condiciones más uniformes. También se separan de ellos, en que nunca son escoriáceas ni amigdalarias, y no forman pórfidos de pasta no cristalina, ó no alternan en parte alguna con las tobas. En fin, nunca forman conglomeratos, aunque presenten algunas veces un paso del estado de granito de granos gruesos y de granos menudos y otras veces contienen masas pequeñas de testura fina empastadas en una materia más gruesa.

Se considera habitualmente al feldspato, cuarzo y mica, como minerales esenciales del granito; el feldspato es el más abundante de los tres, y la proporción de cuarzo excede á la de mica. Estos minerales están reunidos por lo que se llama una cristalización confusa: es decir que los cristales no presentan al través de la roca, disposiciones regulares como en el gneis. Sin embargo la variedad llamada *granito gráfico*, que se encuentra de ordinario en venas en el granito común, ofrece cierta regularidad. El granito gráfico es un compuesto de feldspato y de cuarzo, de estructura imperfectamente laminar. Los cristales de feldspato parecen haber sido los primeros que se formaron, dejando entre sí espacios ocupados hoy por un cuarzo de color oscuro. Este último cuando se divide el ejemplar perpendicularmente á las placas alternantes de los dos minerales, presenta líneas quebradas que se han comparado á caracteres hebraicos. La variedad de granito á que dan los franceses el nombre de *Pegmatita*, y que es una mezcla de cuarzo y de feldspato común, habitualmente con láminas de mica de color blanco de plata, pasa frecuentemente de granito gráfico.

En regla general, el cuarzo en estado compacto ó amorfo constituye una masa vítrea que sirve de pasta en que han cristalizado el feldspato y la mica; porque aunque estos minerales sean mucho más fusibles que la sílice, han impreso frecuentemente su forma sobre el cuarzo. Este hecho que á primera vista parece una paradoja, ha dado lugar á diversas explicaciones ingeniosas. Se hubiera podido naturalmente suponer, que durante el enfriamiento de la masa la porción silícea hubiera sido la primera en solidificarse, y que las diferentes variedades de feldspato, lo mismo que los granates y turmalinas, más fácilmente fusibles, hubieran sido las últimas en sufrir esta transformación. Ha sucedido precisamente lo inverso; cristales de minerales más fusibles se han encontrado envueltos en un cuarzo hoy día duro, transparente y vítreo, que con mucha frecuencia ha tomado la impresión más delicada de su forma exterior, y ha reproducido por ejemplo, hasta las estrías más finas de la superficie de las turmalinas. Diferentes interpretaciones de este fenómeno han sido sucesivamente propuestas por Elias de Beaumont, Fournet y Durocher. Estos sabios se han referido primero á los experimentos de Gaudin sobre la fusión del cuarzo, experimentos que demuestran que la sílice al enfriarse, posee la propiedad de permanecer viscosa, mientras que la albúmina nunca se halla en

este caso. Se admite que la *sílice gelatinosa* conserva, en un grado notable, su estado de plasticidad mucho tiempo después que la temperatura de la mezcla granítica haya bajado; El lias de Beaumont, por su parte, piensa que la acción eléctrica ha entrado por algo en la conservación de la viscosidad de la sílice. A veces sin embargo, se encuentra el cuarzo y el feldspato comunicándose mutuamente sus formas, lo cual prueba una cristalización simultánea de los dos minerales.

El granito ordinario, lo mismo que la sienita y la curita, contienen habitualmente dos clases de feldspato: 1.º El feldspato común, ú ortosa, en que la potasa es el álcali dominante, esta especie mineral se encuentra generalmente en la roca, en cristales grandes de color blanco ó rojo de carne; 2.º De un feldspato en cristales pequeños, en el cual predomina la sosa; es ordinariamente de color blanco sucio ó manchado; está estraido como la albita, pero su composición es diferente.

**Granito porfiróideo.** Se ha dado frecuentemente este nombre á la variedad del granito, en que se encuentran grandes cristales de feldspato común, que á veces tienen 0 m 075 de longitud, diseminados al través de una pasta ordinaria del granito. La figura 558 nos presenta un ejemplo de esta testura tal como la ha presentado un granito de Lans's End en Cornwall. Los dos mayores cristales prismáticos del ejemplar son feldspato; se observan cristales más pequeños esparcidos en la pasta. Al través de esta, esparcen también pajillas negras de mica, cuyo contorno es un exágono más ó menos exacto. El resto de la masa se compone de cuarzo de una traslucidez que contrasta fuertemente con la opacidad del feldspato blanco y de la mica negra. Pero el grabado no ha podido trasladar la transparencia del cuarzo ni el brillo argentino de la mica.

El carácter mineral uniforme de grandes masas de granito, parece indicar que enormes cantidades de elementos componentes, fueron mezclados íntimamente, y cristalizaron después en condiciones exactamente semejantes. Sin embargo, el granito puede encerrar varios minerales distintos á los anteriores, pero puramente accidentales. Se citan particularmente, la turmalina ó chorro negro, la actinolita, el circon, el granate y el espatto flour, pero estos minerales son demasiado raros en las rocas para modificar su aspecto general. Su presencia demuestra sin embargo que los ingredientes no siempre fueron los mismos, y mayores variaciones aun se hacen notar entre las proporciones relativas del feldspato, del cuarzo y de la mica.

**Sienita** Cuando la hornblenda reemplaza á la mica, lo cual sucede frecuentemente, la roca se convierte en una Sienita, llamada así de las antiguas canteras muy célebres de que se extraía en los alrededores de Siena en Egipto. A menos que se la examine de cerca, la sienita conserva toda la apariencia de un granito ordinario; además, pertenece incuestionablemente como miembro geológico, á la misma familia de rocas plutónicas que el granito. Sin embargo, después de haber conservado un carácter esencialmente granítico en vastas extensiones, acaba muchas veces por perder su cuarzo, y pasa entonces insensiblemente á un greenstone sienítico, roca de la familia de los trapps; Werner ha considerado á la sienita como un compuesto binario de feldspato y de hornblenda, y ha considerado al cuarzo como simple mineral accidental en esta roca.

**Granito sienítico.** Se ha designado bajo este nombre un compuesto cuádruple de cuarzo, feldspato, mica y hornblenda. Esta roca se encuentra en Escocia y en la isla de Guernesey.

**Granito talcoso** (ó Protogina de los Franceses). Es una mezcla de feldspato, cuarzo y talco. Abunda en

los Alpes y en algunas partes de Cornwall, donde produce por su descomposición, el kaolin (*China clay*), de que se exportan anualmente 12,000 toneladas para la fabricación de las vajillas.

**Schorl rock** (roca de Turmalina), y **Granito turmalinífero.** La primera de estas rocas es un agregado de chorro ó turmalina y de cuarzo. Cuando el feldspato y la mica se le añaden, pasa al granito turmalinífero. Esta última variedad es comparativamente rara.

**Eurita.** Es una roca en que los elementos del granito se hallan diseminados en el seno de una pasta de grano muy fino. Cuando esta roca es muy cristalina, se observan entre la masa, cristales de cuarzo, mica, feldspato común y feldspato de sosa. A veces falta la mica, y el feldspato común domina de manera que produce un color blanco; entonces la Eurita se convierte en un granito feldspático *Weisstein* de Werner, *Whitestone* de los Ingleses, *Leptinita* de los Franceses; se distinguen frecuentemente en el conjunto cristales microscópicos de granate.

Todas estas variedades de granito pasan á ciertas especies de trapp, circunstancia que ofrece uno de los argumentos sobre que reposa la hipótesis hoy admitida del origen ígneo de los granitos. El contraste entre la forma cristalina de estas rocas y la del trapp más ordinario ó terroso es indubablemente muy marcado; pero cada miembro de la clase de los productos volcánicos puede convertirse en un pórfido, como también la pasta del pórfido es frecuentemente cristalina hasta el punto de pasar á una especie de granito, con el cual por lo demás, manifiesta mucha analogía por su composición mineral.

Los minerales que constituyen á un mismo tiempo las rocas graníticas y volcánicas, se hallan compuestos casi exclusivamente de siete elementos, sílice, alúmina, magnesia, cal, sosa, potasa y hierro; estos elementos pueden encontrarse los mismos; en proporciones idénticas, en una lava porosa, un trapp compacto ó bien un granito cristalino. Quizá se descubrirá por medio de un exámen más detenido (porque falta todavía mucho que aprender en este asunto) que la reunión de tales elementos en ciertas proporciones, favorece más que tal otra estructura cristalina ó enteramente granítica; la experiencia prueba por otra parte que materiales semejantes tienen la propiedad de formar, según las circunstancias rocas muy diferentes. La misma lava es ya vítrea, ya escoriácea; aquí compacta, allá porfídica, etc., según la rapidez del enfriamiento; y ciertos traquitos ó greenstones sieníticos hubieran sin duda alguna producido granitos y sienitas, si hubieran cristalizado lentamente.

Se ha supuesto también que la naturaleza particular y la estructura del granito se explicaban por una circunstancia especial: la roca habra retenido el agua que se ve salir de las lavas que se enfrían lentamente y se solidifican al aire. Los experimentos de Boutigny han demostrado que el agua contenida en una materia fundida, á la temperatura del rojo blanco, no puede evaporarse antes del descenso de esta temperatura.

Semejantes descubrimientos sino explican la manera cómo se han formado los granitos, sirven por lo menos para recordarnos la diferencia completa de las condiciones que han presidido á la producción de las rocas plutónicas y volcánicas.

Fácil sería añadir aquí otros muchos ejemplos y multiplicar los nombres de las autoridades científicas para probar el paso del granito á las rocas trapeanas. En la costa occidental del Fiord de Cristiania, en Noruega, existe una gran extensión de trapp que consiste principalmente en Greenstone Pórfido y Greenstone Sienítico que reposan sobre Capas Fosilíferas. A estas rocas, hacia el límite meridional, sucede un espacio igualmente muy extenso de sienita;

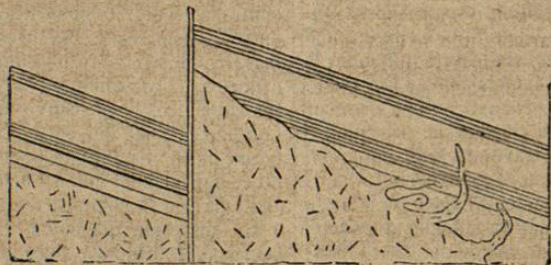
el paso de la roca volcánica á la masa plutónica es tan gradual, que es imposible trazar una línea de demarcación entre las dos.

«El granito ordinario del condado de Aberdeen, dice el doctor Mac-Culloch, es el compuesto ternario habitual de cuarzo, feldspato y mica; pero á veces la hornblenda reemplaza á este último mineral. En ciertos puntos se presenta una variedad formada solamente de feldspato y hornblenda; un exámen mas detenido de esta mezcla de los dos elementos permite observar en algunos puntos una estructura de granos finos, y la roca termina por no distinguirse de los verdaderos greenstones de la familia de los trapp. La misma roca pasa tambien de una manera no menos gradual á un basalto, y acaba en una argilolita friable que presenta tendencia á dividirse en hojas en su superficie expuesta al aire. Todos estos caracteres no se diferencian de los que hemos observado en las islas de trapp de la costa occidental.» El mismo autor hace mención de un granito compuesto de hornblenda, mica, feldspato y cuarzo, que en las islas de She-

tland, pasa tambien por una transición insensible al basalto.

Se conocen en Hungría variedades de traquito de origen geológicamente moderno; cristales no solo de mica sino tambien de cuarzo son comunes en ellas, asi como el feldspato y la hornblenda. Fácil es concebir cómo tales masas volcánicas pueden á cierta distancia de la superficie pasar á granito.

Ya hemos procurado demostrar la estrecha analogía que existe entre las formas de ciertas venas graníticas y las de algunas fajas trapecianas; las capas atravesadas por las rocas plutónicas han sufrido cambios muy semejantes á los que presentan en la union los diques volcánicos. En Glen Tilt (Escocia) se ven ejemplos en que capas alteradas de caliza y de esquisto arcilloso se hallan en contacto con una masa de granito. El contacto no se presenta como debiera ser si el granito hubiera salido antes del depósito de las capas; pero la union se ha hecho como se ve en el segundo cuerpo de la presente figura: la línea ondulada de granito toca á diferentes capas, y algunas veces pe-

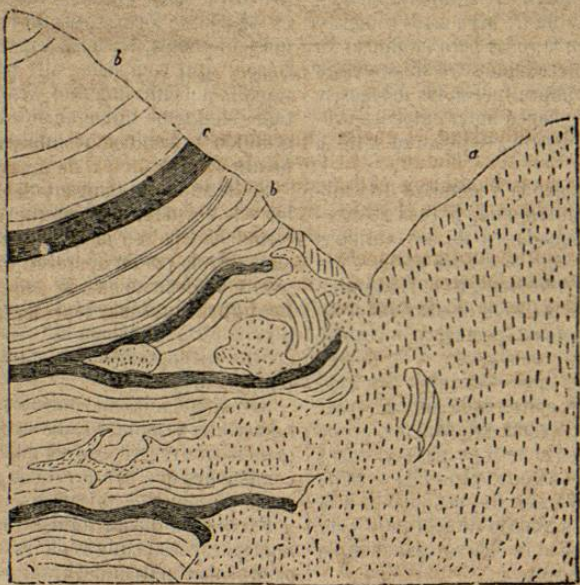


Union del esquisto al granito arcilloso, en el Glen Tilt.

netra en forma de venas tortuosas al través de lechos de esquisto arcilloso y de caliza de que difiere completamente por su composición. La caliza ha cambiado á veces de carácter en la inmediación de la masa granítica ó de sus venas; ha adquirido una estructura mas compacta, semejante á la del Chert ó del Hornstone y al mismo tiempo una fractura astillosa;

no hace efervescencia con los ácidos sino muy débilmente.

El diagrama siguiente representa otro punto de union que se observa en el mismo distrito: el granito envia aqui ramificaciones tan numerosas, que la caliza y el esquisto se hallan como reticuladas; las venas disminuyen en su terminación hasta el punto de



Union del granito á la caliza, en el Glen Tilt. a. Granito. --b. Caliza. --c. Esquisto arcilloso azul.

quedarse tan delgadas como una hoja de papel. En algunos puntos se creen observar fragmentos de granito diseminados en la caliza y no se distinguen en

alguna entre estos fragmentos y otras masas mas considerables de la misma roca; en otros casos por el contrario se ven pedazos de caliza enclavados en me-

dio del granito. El color ordinario de la caliza de Glen Tilt es azul aplomado; su textura es de granos gruesos y muy cristalina; pero á medida que se aproxima al granito, particularmente en los puntos en que está penetrada de venas cada vez mas pequeñas, la textura cristalina desaparece para dar lugar á otra que es exactamente la del Hornstone (*petrosilex*). El esquisto arcilloso que le está asociado pasa frecuentemente á un esquisto anfibólico al llegar muy cerca del granito.

En este ejemplo y otros varios, la conversión de la caliza en roca silicea, que no hace mas que una débil efervescencia con los ácidos, seria difícil de explicar, sino se tuviera la certidumbre de que á causa de las partículas de cuarzo, mica ó feldspato que contienen, estas calizas son siempre impuras. Es probable que los elementos de estos minerales cuando la roca ha sido sometida á un fuerte calor, se hayan fundido y esparcido por consiguiente con mas uniformidad al través de las masas.

En las rocas plutónicas, como en el seno de los productos volcánicos, la materia inyectada presenta toda especie de formas, desde la vena tortuosa hasta el dique mas regular y mas análogo á los que cortan las tobas y lavas del Vesubio y del Etna. Se pueden ver entre otros ejemplos diques de granito en la ladera meridional del monte Batoock, uno de los Granpianos; las paredes opuestas de estas fajas inyectadas conservan á veces un paralelismo exacto en una longitud considerable.

En general sin embargo, las venas de granito se presentan en todos los puntos del globo mas sinuosas que las de trapp. Este es el género de forma que presentan en la punta mas septentrional de Escocia, lo mismo que en la extremidad mas meridional de Africa como se ve en los dibujos adjuntos.

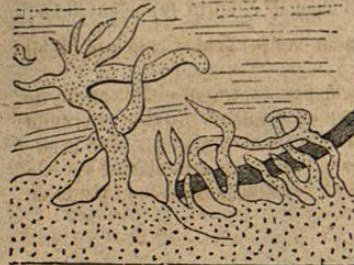


Venas de granito que atraviesan el esquisto arcilloso.

No es raro observar dos sistemas de venas graníticas cortándose el uno al otro; algunas veces se distinguen hasta tres perfectamente distintos, por ejemplo, en las cercanías de Heidelberg á orillas del Neck. En esta comarca, la roca presenta tres variedades que difieren entre sí por el color, el grano y diferentes particularidades de composición mineral. Uno de los grupos, indudablemente el segundo en edad, cruza un granito mas antiguo: un tercero mas moderno pasa al través de los dos anteriores.

En la isla Shetland se observan dos clases de granito, uno compuesto de hornblenda, mica, feldspato y cuarzo de color oscuro é inferior al gneiss; el otro rojo y que penetra al anterior, forma ramas en todas direcciones.

Las figuras siguientes manifiestan la manera cómo se ramifican las venas de granito cortándose unas á otras. Representan igualmente la manera cómo en el



Venas de granito que penetran en el gneiss en el Cabo Wrath.



Venas de granito que cortan el gneiss, en el Cabo Wrath en Escocia.

cabo Wrath, en el condado de Sutherland, el gneiss se halla atravesado por fajas de la roca plutónica. El color de estas fajas contrasta fuertemente con el del esquisto anfibólico asociado al gneiss y hace el fenómeno mucho mas notable.

Las venas de granito han sufrido ordinariamente cierta alteración en su composición mineral, y su textura es generalmente mas fina que la de la roca de

que emanan. Asi, como lo observa el profesor Sedgwick, la masa principal de granito en Cornwall es un agregado de mica, cuarzo y feldspato. En otras variedades, el cuarzo domina con exclusion casi absoluta del feldspato y de la mica: en otros puntos la mica y el cuarzo desaparecen totalmente, y la vena no se compone mas que de feldspato granoso.

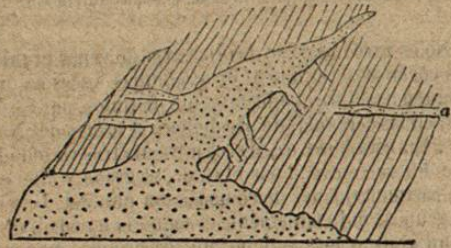
La figura siguiente representa un grupo de vena



Venas de granito que pasan al través del esquisto anfibólico, en Cornwall.

graníticas en el Cornwall. La masa principal de granito presenta aquí un aspecto porfiróideo, y tiene grandes cristales de feldspato; pero las venas tienen granos finos y están desprovistas de cristales de este género. Miden por término medio de 5 á 6 metros y algunas veces más.

En Valorsine, cerca del Monte Blanco, en la Saboya, un granito ordinario, compuesto de feldspato, cuarzo y mica, envía en diferentes direcciones venas al través de un gneiss talcoso (ó protogina estratificada); en algunos puntos se ven ramificaciones laterales que parten en ángulo recto del filon principal; las venas, especialmente las más pequeñas, se componen de elementos más ténues que la masa del granito.



Venas de granito en el gneiss talcoso.

Debe observarse que aquí el esquisto y el granito á medida que se aproximan uno á otro, parecen comunicarse una influencia recíproca, porque ambos sufren cambios en su composición mineral. El granito sin estar estratificado, contiene ya algunas partículas verdes, y el gneiss talcoso adquiere una estructura granitoidea sin perder su estratificación.

El profesor Keilhau ha indicado en la comarca de Cristiania, varias localidades en que el carácter mineral del gneiss parece haber sido afectado hasta cierta distancia del punto de contacto, por un granito de origen más reciente; el gneiss, sin haber perdido su estructura esquistoidea, se ha cargado de una cantidad considerable de feldspato más rojo que el mineral del mismo nombre que caracteriza al gneiss de Noruega.

El granito, la sienita y los pórfidos de estructura granitoidea, todas las rocas plutónicas, en una palabra, contienen frecuentemente metales en su punto de unión con las formaciones estratificadas ó cerca de este punto. Por otra parte las venas que recorren las rocas estratificadas son generalmente más metalíferas en el contacto que en todas las demás partes. De esto se ha deducido que los metales habían penetrado en forma gaseosa las masas fundidas, y que el contacto de una roca diferente á una temperatura igualmente distinta ó algunas veces la existencia de hendiduras en otras rocas de la inmediación, habían determinado la sublimación de los metales.

Se observan en Markerud, cerca de Cristiania en Noruega, diferentes casos en que la dirección de las capas no ha sido ni aun en grandes superficies alterada por la introducción del granito en masas ó en venas. Algunos geólogos han considerado este hecho como favorable á la teoría de la inyección del granito en un estado líquido. Pero se puede responder que varios diques ramificados de trapp, que hoy se considera que han estado líquidos en otro tiempo, atraviesan las mismas capas fosilíferas cerca de Cristiania, sin alterar su dirección ni su inclinación.

Algunos autores han creído que el aislamiento real ó aparente de masas grandes ó pequeñas de granito, desprendidas del cuerpo principal como se ve en *a b* en la presente figura y en algunas de las anteriores, es incompatible con la doctrina que vamos desembol-

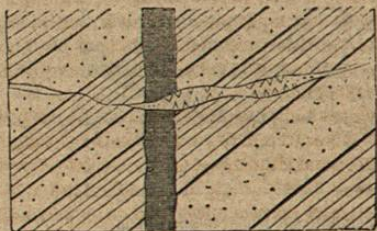
viendo acerca de las venas. Responderemos que varias de estas masas enclavadas, no son en realidad más que



Vista general de la unión del granito y del esquisto cristalino en Valorsina.

secciones transversales de prolongaciones radicales del granito; sin embargo, puede suceder que otras de estas masas sean verdaderamente porciones desprendidas de rocas de estructura plutónica, ó bien formen una especie de manchas en medio de las capas invadidas en los puntos en que existieron concentraciones de materias más fusibles que el resto de la pasta y de mayor aptitud para combinarse bajo la forma de granito.

El granito lo mismo que diferentes rocas estratificadas, se presenta muchas veces atravesado de venas de cuarzo puro, pero no se podrían seguir estas venas como las de granito ó de trapp hasta las masas de que dependen. En otro tiempo fueron simplemente hendiduras que se llenaron de la materia silicea. La infiltración, en algunos casos, se ha operado evidentemente después de la consolidación de la roca que las contiene. Porejemplo, se ha observado en el gneiss de Tronstad Strand, á lo largo de la playa, cerca de Drammen, en Noruega, el corte representado aquí.



*a, b*, Vena de cuarzo que atraviesa el gneiss y el greenstones; Tronstad Strand, cerca de Cristiania.

Las capas alternadas de gneiss granitoide blanquecino y de esquisto anfíbólico negro, parecen haber sido en un principio cortadas por un dique de greenstone de unos 0<sup>m</sup>, 75 de espesor; y después se ha abierto la grieta *a b* que ha atravesado todas estas rocas y se ha llevado de cuarzo. Las paredes opuestas están en ciertos puntos tapizadas de cristales transparentes de cuarzo, y el centro de la vena está ocupado por cuarzo blanco, opaco, ordinario.

Hemos visto que las formaciones volcánicas habían recibido el nombre de *supra-yacentes*, porque no solamente penetraban las demás rocas sino que aun se sobreponean. Necker ha propuesto para los granitos, la expresión de rocas ígneas *subyacentes*; este último epíteto caracteriza bien la diferencia que ha querido indicar. Algunos de los primeros observadores, en verdad, han supuesto que el granito de Cristiania, en Noruega, se había introducido en las masas montañosas de aquel país, entre las capas primarias ó paleozoicas, de manera que ha llegado á cubrir los esquistos y calizas fosilíferas, pero aunque el granito envíe ra-

mificaciones en las rocas de fósiles, y que les sea decididamente posterior en edad, el profesor Keilhau ha negado en el caso actual su superposición en masa, y Lyell ha tenido ocasión de estudiar en 1837 esta cuestión tan debatida. Se observan en realidad en una pequeña escala en esta localidad, lechos de pórfido eurítico, de los cuales algunos miden varios decímetros, otros algunos metros de espesor, y penetran en el granito; merecen ser clasificados más bien como rocas plutónicas que como masas trapecanas; se puede aun realmente admitirlos como interpuestos en estratificación concordante en las capas fosilíferas; tales son los pórfidos *a c*, los cuales separan los esquistos



Pórfido eurítico alternado con capas fosilíferas primarias, cerca de Cristiania.

bituminosos y calizas arcillosas *ff*. Pero algunos de estos pórfidos son en parte discordantes como en *b*; hacen suponer que otros todavía á pesar de su apariencia de inter-estratificación, han sido necesariamente inyectados. Ciertas rocas porfídicas, que hemos mencionado anteriormente, son muy cuarzosas, y otras muy feldspáticas. A medida que la masa aumenta de volumen, adquiere una testura más granítica, una estratificación menos concordante, y empieza á enviar prolongaciones al través de las capas contiguas. En una palabra, es un magnífico ejemplo de la degradación que existe entre las rocas volcánicas y las masas plutónicas, no solo en cuanto á su composición mineral y á su estructura, sino también en cuanto á sus relaciones de posición con las formaciones que les están asociadas. Si se puede emplear aquí la expresión de *supra-yacentes*, para designar rocas plutónicas, no es sino en tanto que la roca empieza á adquirir un carácter trapecano.

Ya hemos hecho comprender cómo el calor que en todo volcán activo parte de profundidades indefinidas puede producir simultáneamente efectos muy diferentes cerca de la superficie del suelo ó á grandes distancias verticales de esta superficie. Ahora bien, no podría admitirse que rocas que resultan de la cristalización de materias fundidas bajo la presión de algunos miles de metros, deban parecerse á las formadas al aire ó no lejos de la película exterior. Así se explica la producción á niveles profundos de una clase de rocas análogas á las masas volcánicas; y sin embargo diferentes de estas bajo varios aspectos podíamos suponer el hecho aun antes de nuestra descripción de las formaciones plutónicas. Ahora ¿hasta qué punto concuerdan estas rocas, por sus caracteres positivos y negativos, con la teoría de su origen subterráneo profundo? El geólogo principiante responderá por sí mismo á esta pregunta refiriéndose á lo que ya llevamos expuesto.

Se ha objetado, sin embargo, que si las rocas graníticas y volcánicas fueren simplemente miembros diferentes de una sola gran serie, se deberían encontrar en las cadenas montañosas diques volcánicos que por la parte superior pasaran á la lava, y por la inferior al granito. Responderemos que siendo habitualmente nuestros cortes verticales muy limitados, si se llega á reconocer en ciertos puntos un paso del trapp á la lava porosa, y en otros una transición del granito al trapp, es más de lo que se podía esperar en semejantes circunstancias.

La extensión prodigiosa de desnudación producida

durante las épocas remotas enseña al geólogo que las antiguas rocas cristalinas que ocuparon un nivel muy bajo en la costa terrestre cuando se formaron, fueron posteriormente despojadas de su envoltura y puestas á descubierto. Se debe atribuir su elevación actual sobre el nivel del mar á las mismas causas que han determinado el alzamiento de las capas marinas hasta los puntos culminantes de ciertas cordilleras de montañas. Pero volveremos á hablar de este asunto y de otros semejantes en el capítulo inmediato, donde explicaremos la edad relativa de diferentes masas graníticas.

## CAPITULO XXXIV.

### SOBRE LAS DIFERENTES EDADES DE LAS ROCAS PLUTÓNICAS.

CUANDO se adopta la teoría ígnea del granito tal como la hemos explicado en el capítulo anterior, y se consideran las diferentes rocas plutónicas como engendradas en épocas sucesivas bajo la superficie del planeta, debe esperarse encontrar mayores dificultades en la determinación de la edad precisa de estas rocas que en la de las formaciones volcánicas y fosilíferas. Recordemos que para establecer la edad de las masas volcánicas de un mismo período tenemos varios medios á nuestra disposición: la naturaleza de la lava que se ha esparcido en otro tiempo sobre el fondo del mar ó se ha producido á cielo abierto, las tobas y conglomeratos depositados igualmente sobre superficies descubiertas, los restos orgánicos que contienen las masas anteriores, y finalmente su intercalación en las capas fosilíferas. Pero todos estos datos faltan cuando se quiere fijar la cronología de una roca que ha cristalizado en su baño de fusión en el centro de la tierra. Entonces nos encontramos reducidos á solo los caracteres siguientes: 1.º, la posición relativa, 2.º, la intrusión y alteración de las rocas en el contacto; 3.º, la naturaleza mineral; 4.º, los fragmentos incluidos.

CARÁCTER DE LA EDAD DEDUCIDO DE LA POSICIÓN RELATIVA. Se encuentran capas fosilíferas no alteradas de cada edad que reposan inmediatamente sobre rocas plutónicas: de esto existe un ejemplo en Cristiania en Noruega: allí el depósito del Nuevo Plioceno se haya sobrepuesto al granito. La Auvernia presenta otro caso: las capas Eólicas de agua dulce, son las que cubren á esta roca; en Heidelberg sobre el Rhin, el Nuevo Gres Rojo es el que se observa en una posición semejante. En todos estos casos y otros análogos, la inferioridad de posición se une á la mayor antigüedad del granito. La roca cristalina era sólida cuando vinieron á depositarse en ella las capas sedimentarias, y estas últimas contienen comunmente cantos redondeados de la masa granítica sub-yacente.

CARÁCTER OFRECIDO POR LA INTRUSION Y LA ALTERACION. Pero cuando las rocas plutónicas envían ramificaciones á las capas y las alteran cerca del punto de contacto, dando lugar á los fenómenos que hemos descrito anteriormente, es claro que semejantes en esto á los trapps de intrusión, estas rocas son más recientes que las capas invadidas y alteradas. Mas adelante volveremos á ocuparnos de este asunto.

CARÁCTER DE LA COMPOSICION MINERAL. A pesar de su uniformidad general de aspecto, las rocas plutónicas, como hemos visto en el último capítulo presentan algunas variedades, tales como Sienita, Granito talcoso y otras. Una de estas rocas se encuentra á veces exclusivamente en una gran extensión de país, conservando un carácter homogéneo; así desde que su edad relativa ha sido establecida en un punto, se reconoce fácilmente su identidad en todas las demás partes y se determinan por medio de un solo corte las relaciones cronológicas de una larga cordillera de montañas. Cuando, por ejemplo, se ha observado en