

LA OBRA GEOLÓGICA DE DOMEYKO

por Jorge Muñoz Cristi

Aunque la obra geológica de Domeyko es menos conocida que la realizada en el campo de la mineralogía, ella nos demuestra el gran interés que puso este sabio en el reconocimiento de las líneas fundamentales de la estructura geológica de nuestro país, estudios a los cuales dedicó las vacaciones escolares de muchos años entre 1840 y 1875.

En sus escritos referentes a la geología que fueron publicados en los Anales de la Universidad y en los Annales de Mines de Francia, compilados posteriormente en el T. V de la edición oficial hecha por el Gobierno de las obras de Domeyko, el año 1903, debemos distinguir tres tipos de trabajos:

- a) Descripciones geológicas regionales;
- b) Estudios de Geología Económica;
- c) Estudios sintéticos.

Aquí nos ocuparemos sólo de los grupos a) y c).

En el grupo a) podemos mencionar los siguientes: Excursión Geológica a Huasco y Copiapó (febrero y marzo de 1840).

Cateo de las minas de las Cordilleras de O'Higgins y Santiago (1842).

Excursión a las Cordilleras de Copiapó (enero y febrero de 1843).

Noticias sobre un terreno estratigráfico en la alta Cordillera de Coquimbo (1844).

Memoria sobre la estructura geológica de Chile en la latitud de Concepción desde la Bahía de Talcahuano hasta la cumbre de la Cordillera de Pichancén (1846).

Viaje a las Cordilleras de Talca y Chillán (1847).

Excursión geológica a las Cordilleras de San Fernando (febrero de 1861).

Memoria sobre las solfataras litorales de los volcanes de la cadena meridional de los Andes.

Describe tres viajes en 1847, 1857 y 1873.

Entre los trabajos de síntesis podemos mencionar los siguientes:

Memoria sobre la Constitución Geológica de Chile, 1846. Se refiere a las provincias de Atacama y Coquimbo.

Investigaciones sobre la Geología de Chile. El terreno de pórfidos estratificados en las Cordilleras y relación que existe entre las vetas metalíferas y los terrenos del Sistema Andino.

En realidad las diversas monografías regionales tocan de pasada algunos problemas de carácter general, especialmente las relaciones existentes entre los pórfidos estratificados mesozoicos y el batolito Andino (empleando los términos actuales). También se encuentra en todas ellas referencias a la relación que existe entre las vetas metalíferas y la estructura geológica.

Como los diversos hechos geológicos reconocidos por este sabio están así muy dispersos y entrelazados en sus diversas monografías, creemos más conveniente, para dar una idea somera de sus opiniones, hacer una relación muy sumaria de las observaciones consignadas en algunas de ellas.

Tal vez las más importantes desde el punto de vista de la Geología Regional son las referentes a las provincias de Atacama y Coquimbo, sin desconocer por esto la gran trascendencia de sus estudios acerca del volcanismo moderno consignado en las monografías de la zona central.

PROVINCIA DE ATACAMA

En la zona costanera reconoció la existencia de granitos sobre los cuales se apoyan capas terciarias modernas, que constituyen el suelo de una extensa terraza marina interrumpida por algunos cerros islas de granito. Este granito es el mismo que aparece en Coquimbo, Freirina, Tongoy, etc., y se caracteriza por ser de grano grueso. Hacia el este disminuye el tamaño del grano. En la región de Chamonate el granito se pone en contacto con las rocas cobertizas constituídas por pórfidos estratificados (muestras porfiritas), en los cuales hay abundantes vetas metalíferas.

Hacia el interior el granito aparece esporádicamente penetrando en la formación de pórfidos estratificados y se pueden seguir estos afloramientos dispersos hasta la Cordillera limítrofe.

Al describir esta región, Domeyko hace notar que las minas,

ya sea abandonadas o en actual explotación, no se encuentran a más de 1.500 metros sobre el nivel del mar, y aparecen en una faja de terreno no mayor de 12 a 15 leguas de anchura, contadas desde la costa, sin que se haya podido descubrir ninguna veta de importancia en la Cordillera Central. Esta observación es válida hasta hoy día, salvo raras excepciones.

Sus investigaciones se siguen por la Quebrada de Paipote, donde reconoce las formaciones sedimentarias de Ladrillos que continúan hacia el sur por Chañarcillo hasta el límite con la provincia de Coquimbo. En la base de estos sedimentos existen los pórfidos estratificados.

Describe en seguida las formaciones del río Copiapó, constituidas por pórfidos abigarrados alternados con brechas y pórfidos zeolíticos y amigdaloides (almendrillos), los cuales tienen gran analogía con los de Algodones, Catemu, San Pedro Nolasco, etc.

En Amolanas vuelve a encontrar calizas y margas fosilíferas que considera equivalentes a las de Ladrillos. (Hoy día sabemos que esto no es efectivo, pues los de Ladrillos son cretáceos inferiores y los de Amolanas jurásicos).

En el Fuerte, a tres leguas de Juntas, dice que hay "rocas muy variadas tanto bajo el punto de vista de sus caracteres mineralógicos, como de las sinuosidades de la estratificación; las capas parecen haber sufrido una seria fusión en el momento mismo en que se quebraban y doblaban sobre sí mismas; se ven capas calcáreas mezcladas y confundidas con rocas esquistóideas, con pórfiros y rocas amigdalóideas".

Esta observación puede ser de gran importancia, porque sabemos hoy día que en esta zona deben existir accidentes tectónicos de gran envergadura que ponen en contacto las capas del Cretáceo Inferior con el Triásico.

Por encima de las capas fosilíferas de Manflas, continúan los pórfidos abigarrados interrumpidos en partes por intrusiones graníticas.

Aunque no pudo comprobar fehacientemente la Formación Liparítica, se vislumbra en sus descripciones su existencia en algunos sectores.

En sus estudios sobre la provincia de Atacama, Domeyko hace un análisis cuidadoso de la relación entre las mineralizaciones y

la estructura geológica. Así constata que en toda la parte occidental donde predomina el granito las mineralizaciones consisten solamente en cobre y oro, mientras que al entrar a los terrenos sedimentarios estratificados predominan las de plata, las cuales al profundizar se convierten en piritas cobrizas de baja ley.

PROVINCIA DE COQUIMBO

Acerca de esta provincia relata sus observaciones recogidas desde La Serena hasta la Cordillera frente a los Baños del Toro.

En La Serena reconoce la existencia de una antigua bahía terciaria que penetra profundamente al interior por los valles de Elqui y llano de Tambillos. Los cerros que circundan esta bahía terciaria están constituídos por granitos que se presentan en diversas facies. Así aparecen sienitas (monzonitas), pegmatitas, dioritas anfibólicas y grünstein (gabros). Recalca que la distribución de las diversas facies es enteramente desordenada y que las minas existentes en este terreno son solamente de Cu, Au y Fe.

Las primeras capas secundarias las encuentra en la quebrada de Santa Gracia, constituídas por pórfidos abigarrados alternados con brechas porfíricas y tobas. En la angostura de Puclaro constata la existencia de estratas muy onduladas con capas de yeso, las cuales aparecen también en la primera angostura entre el Tambo y Maiquen. Estos podrían corresponder al yeso principal sobre el cual se apoyan en discordancia las formaciones de Condoriaco, probablemente Titoniano-Neocomiano. En Gualliguaico existe un anticlinal que deja ver las capas más antiguas.

En los faldeos del Cerro Tres Cruces, en Rivadavia, aparecen capas fosilíferas intercaladas entre los pórfidos que según Domeydo, son análogos a las de Manflas y Doña Ana (Dogger). Las capas fosilíferas de Tres Cruces tienen a lo menos 40 metros de espesor con inclinación de 50° al W. Las cubren pórfidos estratificados.

Hacia el este el Río Turbio atraviesa un extenso macizo granítico que por excepción contiene vetas de plata que llevan carbonato de plomo mezclado con sulfato y molibdato de plomo y galena. Un caso análogo se encuentra en las minas de plata de Las Condes en la provincia de Santiago.

Este macizo granítico se sumerge por debajo de la Cordillera de Doña Ana, constituida por pórfidos estratificados con abundantes intercalaciones de calizas fosilíferas del Lías y Dogger.

En el espacio comprendido entre la Cordillera de Doña Ana y la de Vacas Heladas, en el límite aparece una superficie ondulada de 3.300 a 3.400 metros sobre el nivel del mar, donde existen rocas blancas, amarillas y rojizas (Formación Liparítica), las cuales siguen hacia el sur por el valle de La Laguna. Domeyko consideró al principio estas formaciones como correspondientes a sus pórfidos abigarrados, pero más adelante las coloca en un piso separado.

SANTIAGO Y O'HIGGINS

En sus excursiones por las cordilleras de estas provincias describe detalladamente las formaciones de pórfidos estratificados, brechas, almendrillos, tobas y las diversas intrusiones graníticas que la atraviesan, dando especial importancia a las minas que allí se encuentran, lo mismo que a las fuentes termales y a las aureolas de metamorfismo que se producen en los contactos de los pórfidos con los macizos graníticos.

En esta excursión reconoció la gran importancia del Mineral de El Teniente.

Damos a continuación su descripción literal, que nos permite apreciar la visión del geólogo y la belleza literaria que es una característica de todos sus escritos y la idea que existía hace un siglo acerca de las dificultades que presentaban las minas cordilleranas:

“Excursión al cerro de El Teniente, 15 de febrero.—Llegamos al mediodía a este cerro por caminos pésimos, y permanecemos allí dos días para examinar las antiguas minas y los cerros de los alrededores.

“El Cerro de El Teniente, como acabo de mencionar, se halla en la misma cadena que los Puquios, sólo en la otra vertiente de la cadena. Los guías me han asegurado que cuando el año no es muy frío, se pasa en dos o tres horas desde los Puquios a El Teniente; pero actualmente la cresta de esta cadena estaba cubierta de inmensas cantidades de nieves y el paso era impracticable.

“Las antiguas minas de cobre están situadas a media falda

del cerro y a más de 400 metros encima del fondo del valle, muy cerca del lugar en que éste se cierra, dando origen al estero de Colla. Todavía había nieve en las fuentes de este torrente mucho más abajo de las minas; pero el Cerro de El Teniente que está expuesto al norte, permanece sin nieve la mayor parte del año.

“El yacimiento de las minas de El Teniente es uno de los más interesantes que he visto en el país.

“Figurémonos en medio de un terreno estratificado porfírico negruzco, accidentado de mil y mil maneras, una masa enorme de tofo que deslumbra la vista por sus colores blancos y rojizos sin presentar vestigios de estratificación. La roca solevantante es granitoídea con feldespato lamelar y anfíbola verde y no se presenta sino en el fondo del valle; mientras que los tofos se elevan a más mil metros encima y parecen rivalizar en formas extrañas con las ondulaciones de los pórfidos estratificados que los tocan y los acompañan.

“En medio de esos tofos y pórfidos singularmente accidentados se ve un montón de brechas porfíricas, encerrando trozos angulosos de caolina, de hornstein, de diferentes pórfidos y rocas compactas. Este montón se eleva casi perpendicularmente en medio de las rocas de los alrededores y en su cumbre es metalífero. Empieza por presentar en su interior pintas de cobre y pequeñas guías, pintas, trozos angulosos del mismo pórfido coloreados de verde y azul. Esas pintas y guías se hacen más y más considerables y después se ven vetas bien formadas que ya pueden ser objeto de explotación. Estas vetas no pasan nunca de una y media pulgadas de espesor; son ya de protóxido de cobre puro, ya de oxisulfuro; pero todas sin excepción se hallan encajadas en el silicato verde azulejo que forma salbandas muy delgadas a ambos lados de las vetas. La mayor parte de estas son inclinadas o casi horizontales; otras son verticales y se cruzan en todos sentidos sin ningún orden ni regularidad. La roca que las contiene es siempre la misma brecha impregnada de partes metalíferas y a veces una especie de caolina impregnada de partículas de oxisulfuro en medio del cual pasan vetas del mismo mineral.

“Se ve en todo esta una asombrosa analogía, sinó una identidad con el yacimiento de vetas oxisulfuradas de Andacollo. Las mismas especies minerales, las mismas gangas, los mismos mine-

rales asociados e igual disposición del depósito metalífero. Efectivamente, no se encuentra pirita, ni sulfuros empavonados, ni hierro oligisto, ni minerales ferruginosos como en Andacollo; y como en este lugar se ve la misma inconstancia en la dirección de las vetas y la misma roca brechoídea en la proximidad de las masas granitoideas sollevantantes. Esta analogía se observa hasta en la disposición de los elementos de algunas vetas más complicadas, que se encuentran en los dos yacimientos muy aligados el uno del otro, como por ejemplo, en la veta cuyo dibujo se ve en fig. 5. Esto confirma en la suposición de que los pórfidos estratificados del terreno de Andacollo han sido atravesados por segunda vez por la roca granítica de la circa. Por eso los pórfidos de Maitencillo y de Caldera pertenecen al terreno estratificado, y las caolinas del yacimiento cuprífero, como los que rodean el pueblo, deben su origen a la proximidad del granito.

“Este yacimiento de El Teniente tiene unos 40 a 50 metros de espesor y parece prolongarse en la dirección del valle. No se conoce su profundidad. Las antiguas labores se hallan en la cumbre. Alrededor de esas labores abandonadas, los mineros descubrieron gran número de vetas nuevas. A una distancia de más de 300 metros por la parte del valle y a más de 150 metros por debajo de esas labores se encuentran vetas más anchas que parecen cambiar de naturaleza, y contienen cuarzo y una ganga ocreosa, vetas semejantes se hallan en los cerros que están al lado.

“Las ventajas que promete la explotación de estas minas son inmensas: se podrían poner a la vez 20 ó 30 barretas sobre mineral cuya ley no baja nunca de 50 por ciento. Pero también serían considerables los gastos de explotación: primero, a causa del camino que es excesivamente malo y que sería menester abrir, haciendo un desembolso, tal vez de 2 a 3.000 pesos; en seguida, a causa de la gran altura en que se encuentran las minas, lo que no permitiría trabajarlas en el invierno; y en fin, a causa de que las vetas no se ensanchan nunca.

“Entre las rocas que rodean este yacimiento o que se hallan en contacto, he visto fuera de diferentes especies de caolinas (tofos) y de pórfidos estratificados: 1º, una roca cuarzosa, compacta, semejante a la de Andacollo, que se divide en láminas y prismas y en cuyo interior se ve pirita de fierro diseminada en

partículas excesivamente finas. Oxidándose ese fierro y el azufre, la roca se vuelve aluminífera y toma diferentes matices rojos y negros; 2º, un pórfido verdoso o azulejo que es imposible decir a qué terreno pertenece; si a los pórfidos estratificados o a la masa solevantante; 3º, un pórfido gris con base de zeolita y de pasta algo porosa, semejante a las traquitas.

“En general, es difícil decir si todas estas masas de tofos pertenecen a la roca solevantante, o al terreno secundario retocado por éste (¿refundido?), rocas metamórficas.

“Esta última suposición me parece más aceptable, pues tuve ocasión de observar en el mismo lugar que ciertos pórfidos pasan insensiblemente a los tofos y algunos tofos conservan aún algunos vestigios de la estructura de los pórfidos o brechas porfíricas, de los cuales derivan su origen”.

PROVINCIA DE COLCHAGUA

Durante un viaje realizado desde San Fernando a la Cordillera, llamó la atención sobre la disposición aterrazada del Valle Longitudinal que se observa desde San Fernando hacia el oriente y relaciona esta repartición de los niveles de erosión con las gradierías que se observan en las terrazas litorales. El no pudo darse cuenta en aquella época que las terrazas del Valle Longitudinal están ligadas a las diversas épocas glaciales, las cuales indudablemente han desempeñado también cierto papel en la disposición de las terrazas litorales. Sin embargo, vislumbró dicha relación, problema que hasta ahora no ha sido abordado por ningún investigador.

En sus observaciones a lo largo del curso del río Tinguiririca reconoce las mismas formaciones de pórfido que aparecen más al norte y los sedimentos calcáreos fosilíferos de las Vegas del Flaco intercalados entre brechas y pórfidos, a los cuales les asigna una edad secundaria.

Durante esta excursión recogió datos muy interesantes acerca de las vertientes termales de los Baños del Flaco y de las azufreras del volcán Tinguiririca. Poco más al oriente del límite observa las capas de yeso que conocemos hoy día con el nombre de yeso principal y marca la regresión marina producida a consecuencia de movimientos orogénicos ocurridos durante el Malm.

En el relato de esta expedición deja constancia de las corrientes basálticas que avanzan hasta el borde del Valle Longitudinal, cuyo origen hasta ahora está en la penumbra, pues si hemos avanzado algo en el conocimiento del volcanismo mesozoico, el volcanismo Terciario apenas lo vislumbramos.

PROVINCIA DE TALCA Y CHILLAN

Esta excursión realizada desde la ciudad de Talca a la alta Cordillera, tenía como finalidad principal el estudio del Descabezado, porque, según sus palabras textuales, refiriéndose a los grandes conos de la Cordillera, dice:

“Pero ninguno tiene más fama, de ninguno hablan más los viajeros y ninguno tal vez merece más estudio que el Descabezado. En él el geólogo ve un grupo de volcanes recién apagados, muy interesantes bajo todo aspecto; el geógrafo halla en su derredor el nacimiento de las principales vertientes del río Colorado, del Lontué, del Maule y del río Grande; el hacendado, abundantes pastos para su ganado; y en general, los habitantes de los férciles campos de Talca, por el natural cariño a su tierra natal la consideran como la más alta, la más hermosa y la más importante del mundo”.

En esta región que es la más importante de Chile desde el punto de vista del volcanismo moderno, Domeyko estudió detalladamente la morfología de los aparatos volcánicos, tanto los que habían ya alcanzado la categoría de ruinas, y los que apenas comenzaban su infancia, como el Quizapú, cuya iniciación se produjo solamente dos años antes de su visita.

En la veguilla, más o menos a 25 kilómetros al este de Cumpeo, le llama la atención la presencia de lavas negras porosas fluidales, en un lugar muy alejado de los centros de erupción del Descabezado, por lo cual las atribuye a los productos de efusiones producidas a lo largo de grietas que atraviesan el terreno granítico, subsuelo predominante en estos parajes. La posición de estas lavas sería la misma que las existentes en la Iglesia del valle de Tinguiririca. Igual cosa ocurre, según Domeyko, al pie de las cordilleras de Chillán y Antuco.

Más adelante describe con lujo de detalles la región volcá-

nica de los Descabezados y Cerro del Medio, rodeándola por el norte hasta la laguna Mondaca y volviendo por el sur. Al describir las inmediaciones de la laguna Mondaca, hace algunas reflexiones acerca de la relación entre el volcanismo moderno y los granitos que él los considera las rocas solevantantes de los pórfidos estratificados, motivo por el cual estima que "en ellos deben hallarse reconcentradas las fuerzas que han causado aquel gran trastorno en la superficie del globo. De esto proviene probablemente que en todos los volcanes activos o apagados que hasta ahora he visto en los Andes de Chile, se hallan siempre muy cerca de los centros de actividad volcánica, masas de granito en medio de las cuales se habían abierto las grandes chimeneas volcánicas que hoy sirven de válvulas de seguridad, por lo mismo que establecen comunicaciones entre el interior del globo y la superficie de la corteza terrestre".

Esta teoría vagamente insinuada no es confirmada por las mismas observaciones de Domeyko, ya que él describe numerosos casos en el norte chico y en el centro, donde existen abundantes macizos graníticos faltando los volcanes modernos, y parece más aceptable considerar que en la localización del volcanismo moderno han influido especialmente las condiciones estructurales generales.

En la laguna Mondaca, el lado norte está constituido por rocas volcánicas, las cuales las divide en tres grupos en la parte más alta, basaltos negros columnares, más bajo traquitas sin columnas y en el fondo del valle una brecha porfírica con masa rojiza o gris jaspeada con diversos grados de verde o amarillento con cantos de obsidiana negra. Probablemente se trata aquí de una diferenciación de los productos volcánicos, empezando en la parte inferior con rocas más ácidas y haciéndose más básicas hacia arriba, como resultado de la diferenciación en los hogares magmáticos.

Al lado oriental de la Cordillera reconoció las capas de yeso que hemos mencionado más arriba, intercalado entre pórfidos y rocas esquistosas.

En su viaje de regreso describe detalladamente el volcán Quizapú, llamado en ese tiempo Volcán Nuevo del Cerro Azul.

ESTRUCTURA GEOLOGICA DE CHILE EN LA LATITUD DE CONCEPCION

En la bahía de Talcahuano encontró formaciones enteramente diferentes de las del norte de Chile; pero estas diferencias las atribuye Domeyko a los caracteres mineralógicos de las rocas, pero no a su edad. La principal diferencia la coloca en el hecho que en Talcahuano los granitos se hallan en parte representados por gneis, mica esquistos y esquistos pizarrosos, y los sedimentos terciarios tienen caracteres análogos, salvo la presencia de mantos de carbón descubiertos poco antes de su visita a estas regiones.

En estos terrenos terciarios reconoció la existencia de numerosas fallas y dislocaciones locales que atribuye "a derrumbes locales ocasionados probablemente por los mismos agentes que produjeron sacudimientos y temblores de tierra en esta parte de la costa con mayor fuerza y energía que en cualquiera otra parte".

Es preciso recordar que en 1835, es decir, once años antes de la visita de Domeyko a estas regiones, la antigua Concepción (Penco) había sido destruída por un terremoto.

Domeyko describe las minas de carbón que se explotaban en aquel entonces: Penco, Lirquén, Talcahuano, Tierras Coloradas, Lota y Lotilla. (Estas últimas iniciaron la explotación sólo dos años antes de su visita).

Partiendo de Concepción atraviesa la Cordillera de la Costa formada por granitos, hasta Yumbel, pasando por los antiguos lavaderos de oro de Millague. En esa época toda esta montaña, hasta cerca de Yumbel, estaba cubierta de bosques.

En Yumbel (86 metros sobre el nivel del mar) coloca el comienzo del llano intermedio.

Desde Yumbel se dirige al Salto del Laja, donde reconoce que la capa dura que forma el fondo del valle aguas arriba del salto es un conglomerado de rocas volcánicas que lo describe del modo siguiente:

"Por la estructura de este conglomerado, los elementos que lo componen y la gran distancia a que se encuentra de los cráteres de los Andes, nos demuestran que no ha podido formarse por un derrame de materias volcánicas fundidas, como se ha supuesto".

Posteriormente, Brüggén le atribuyó origen glacial. Las ca-

pas arcillosas que están en el fondo del cajón las considera equivalentes a las terciarias de Colcura, lo cual sabemos hoy día que no es efectivo, pues se trata de sedimentos cuaternarios. Al pie de los Andes se encuentra un enorme manto con los mismos conglomerados que en el Salto del Lajá, con fragmentos de rocas volcánicas algo más angulares, y de rocas secundarias, cuyo origen lo atribuye a algún torrente. Dos kilómetros más lejos se llega a las rocas secundarias con las mismas características descritas para los otros sectores cordilleranos, atravesado en parte por masas graníticas.

Durante esta excursión al valle del Laja, Domeyko reconoció detalladamente las diversas rocas que componen el macizo del cual se levanta el volcán Antuco, y las clasifica del modo siguiente:

“A. *Rocas que se hallan fuera del radio de la base del cono inferior.*—Son las mismas que las que constituyen el terreno de pórfidos secundarios (pórfidos abigarrados) en toda la cadena de los Andes de Chile. No contienen olivina, y no presentan en su interior ningún indicio de poros u oquedades; algunas ofrecen divisiones prismáticas análogas a las de los basaltos.

“B. *Rocas que componen el gran cono o cono inferior del volcán.*—Estas rocas, en general, porfíricas, están caracterizadas: 1º, por la presencia de olivina; 2º, por una estructura más o menos esponjosa y escoriácea; 3º, por la frecuente presencia de fel-despato vidrioso; 4º, por una tendencia particular a rasgarse según superficies curvas. Forman mantos regulares que parecen inclinarse todos hacia el centro del volcán y concurren a formar un grupo que por todos lados se encuentra cortado y separado del precedente por valles y barranca más o menos circulares.*

“C. *Rocas que componen el cono superior y las deyecciones modernas.*— Este grupo comprende las lavas, escorias y cenizas que se escapan o que son proyectadas del interior del volcán; constituye toda la cumbre del volcán, el reborde del gran cono, dos corrientes de lava en las pendientes occidentales, y la capa superficial de todo el macizo de Antuco y de los cerros vecinos”.

En 1847 Domeyko realizó otra excursión al volcán Antuco cuando estaba en plena actividad, pero no alcanzó a llegar a la

* Todas las rocas del llano de Chancai pertenecen a este grupo y no al precedente.

cumbre por las dificultades de la ascensión en medio del bombardeo de piedras arrojadas por el volcán en actividad.

Daremos ahora una ligera reseña de las ideas expuestas en un trabajo de síntesis titulado:

Investigaciones sobre la Geología de Chile, el terreno de pórfidos estratificados en la Cordillera y relación que existe entre las vetas metalíferas y los terrenos del Sistema Andino.

En todo el sistema de cerros que constituyen la falda W. de las Cordilleras de Chile se ven tres grupos principales de rocas que corresponden a tres épocas diferentes:

I. Un terreno estratificado secundario, anterior al levantamiento de los Andes.

II. Masas solevantantes contemporáneas de esos mismos conos.

III. Depósitos terciarios posteriores a dicho solevantamiento.

El grupo III aparece solamente en la costa y engrana con los niveles de los valles que vienen del interior.

El grupo II se compone de masas no estratificadas granitoides o porfíricas cuya roca principal encierra cuatro elementos: cuarzo, feldespato, mica y anfíbola, los cuales aparecen en proporciones variables, originándose así granitos, pegmatitas, sienitas, grunstems (gabros, etc.) y los pórfidos correspondientes. Un pórfido muy interesante es el que acompaña generalmente a las vetas metalíferas (lamprófiros). Las rocas de este grupo aparecen en la costa, donde forman cerros bajos, redondeados, dispuestos en diferentes hileras. También aparecen en la Cordillera irrumpiendo a través del terreno secundario estratificado. Dentro de este grupo II distingue dos subgrupos:

A. Masas de granito que se encuentran ordinariamente más distante del centro de las cordilleras y que forman los terrenos bajos cercanos a la costa, donde pasan a veces al gneiss y al micascchisita, parece que el elemento esencial de estas rocas es la ortoclasa.

B. Masas granitoideas y porfíricas que tocan al terreno estratificado secundario que ellas solevantan y que contienen casi siempre albita y anfíbola.

El subgrupo A lo considera como restos de un terreno primitivo, anterior al secundario y es casi siempre estéril. Sin embargo, a juzgar por sus descripciones, la categoría de estéril sería aplicable solamente a la región situada al sur del río Ligua, donde sabemos hoy día que se produce también un cambio notable en las características de los granitos costaneros, en comparación con los de las provincias de Coquimbo y Atacama, pero no podemos entrar en mayores detalles que nos llevarían muy lejos.

El subgrupo B estaría constituido por rocas solevantantes propiamente dichas, que ocupan los puntos más elevados del sistema y contienen una cantidad inmensa de vetas metalíferas que asoman muy a menudo cerca del contacto de esas mismas rocas con los terrenos que ellas han dislocado. Respecto a la riqueza metalífera aportada por estas rocas, conviene recordar que en las provincias de Atacama y Coquimbo, Domeyko insiste en la falta casi absoluta de vetas metalíferas en toda la cordillera a distancias mayores de 60 leguas de la costa, a pesar de ser abundantes los macizos graníticos hasta el mismo límite. Estas incongruencias que aquí señalamos, constituyen en la actualidad algunos de los numerosos problemas que están por investigarse.

El grupo secundario estratificado, rara vez se encuentra a menos de 700 a 800 metros sobre el nivel del mar y se acerca más a la costa en las provincias de Atacama y Coquimbo que en las provincias centrales. A este grupo le asigna una edad jurásica o cretácea, lo cual está bien comprobado hoy día. En él abundan los pórfidos que alternan con esquistos porfiroides, brechas y tobas porfíricas. En partes hay intercalaciones de calizas fosilíferas.

Antes de seguir adelante en esta exposición debemos hacer presente que Domeyko consideró las rocas graníticas en sus diversas facies como la causa del levantamiento de la Cordillera Andina, idea que hoy día no podría sostenerse, sino más bien en sentido contrario, es decir, que el plegamiento de la Cordillera ocasionó la intrusión de los macizos graníticos, pero de todos modos, esta interpretación no resta méritos a la observación de Domeyko que existía una relación estrecha entre ambos fenómenos, es decir, levantamiento de la Cordillera e intrusiones graníticas.

Refiriéndose a las modalidades con que aparecen estos pórfidos en las cordilleras de Santiago y Rancagua, dice que una de

las principales dificultades que se encuentran en el examen de las rocas que constituyen esta parte del terreno depende a veces de su composición mineralógica y otras de la posición que ocupen con relación a la masa solevantante, pues muchas veces se confunden petrográficamente esta última con la masa solevantada. Otra dificultad la constituyen las fallas y dislocaciones.

En la parte inferior del terreno secundario predominan pórfidos abigarrados, a veces brechoides, lo cual lo atribuye a la peroxidación desigual del fierro contenido en la pasta, basándose en la gran similitud entre los cantos de la brecha y el cemento, lo cual lo explicamos hoy día como lavas de bloques. Dentro de estos pórfidos son frecuentes los vesiculares con amígdalas de jaspé o calcedonia o zeolitas, prehnita, epidota, calcita o anfígena. También hay brechas y tobas porfíricas y rocas compactas terrosas (arcillas porfiríticas).

En algunos lugares como en los Pabellones cerca de Peuco se encuentran en las tobas porfíricas restos vegetales silicatados y carbonizados; también en la orilla izquierda del Río Colorado, cerca del cerro Ancayes.

Los pórfidos intrusivos en el terreno secundario tienen una estructura más o menos granitoídea y pasan a dioritas o pórfidos dioríticos con anfíbola y mica. Especialmente ésta última los diferencia de los pórfidos estratificados.

Domeyko reconoce también los fenómenos del metamorfismo hidrotermal al establecer que muchas veces las rocas del terreno estratificado experimentan profundas modificaciones al contacto o en la aproximación de las rocas de solevantamiento; estas modificaciones las describe del modo siguiente:

“En primer lugar se pierde la estratificación y se transforman a menudo en rocas llamadas *tofós* por las gentes del país. Se distinguen estas rocas de muy lejos por sus colores blancos, abigarrados con distintos matices de amarillo, rojo y pardo negrusco. Los tofos no son, en la mayor parte de los casos, más que verdaderas caolinas de estructura terrosa; otras veces son compactas, cavernosas, ásperas al tacto. Sucede que a veces la sustancia se compone casi enteramente de sílice, y no contiene más que de 4 a 5 por ciento de alúmina, con algunas milésimas de cal y de protóxido de hierro; forma entonces una roca semejante al horn-

stein de los alemanes. Esta roca es conocida en el país con el nombre de pedernal y se la emplea a menudo con éxito para hacer el piso de los hornos. Lo abigarrado de los colores depende de que estando a menudo la roca del contacto impregnada de piritas de hierro que se encuentra diseminada en ella en partículas excesivamente pequeñas, la piritas se descompone al aire, el hierro pasa por diferentes grados de oxidación, y la roca se vuelve alunífera. A esos cerros blancos y áridos van también los indios a buscar su *polcura* (alumbre nativo), que usan para la tintura de sus vestidos, y que a menudo pone vitriólicas las aguas de esos parajes. No es raro encontrar en semejantes localidades todos los grados de transformación de un pórfido feldespático en kaolina, o bien tofos que conservan algunos rastros de la estructura de las brechas de que sacan su origen.

“Debo solamente agregar que esta aparición de los tofos sólo tiene lugar rara vez en la primera línea de contacto de los dos grupos de terrenos del lado del Océano, y frecuentemente en los lugares en que la roca solevante asoma por segunda y tercera vez en el mismo terreno estratificado. Esto explica por qué los cerros de tofos que dan un aspecto tan árido y tan salvaje a ciertas partes de las cordilleras, se encuentran en los puntos más accidentados del sistema”.

En la segunda parte del estudio que estamos analizando, Domeyko se refiere al modo como están distribuidas las vetas metalíferas en relación con la estructura geológica establecida más arriba.

Las vetas de oro y cobre pertenecen en general al grupo II; las de plata, de cobre argentífero, de sulfo arsenífero y sulfoantimoniífero, al grupo I. Subdividiendo el grupo II en los subgrupos A y B ya mencionados, encontramos las vetas de oro más a la costa, en medio de montañas graníticas (A) y las vetas de Cu (sin Ag, Sb ni As) en las dioritas, pórfidos, etc., del subgrupo B.

De esta ligera reseña que hemos hecho acerca de las ideas de Domeyko respecto a la Geología Chilena, se desprende que a pesar de no haber entrado en detalles, tuvo la intuición de sus grandes líneas directrices y las descripciones que nos ha legado de los diversos lugares que visitó son sencillamente maestras, tanto

por su precisión como por el amor con que las trazó, el cual se revela en el lenguaje sencillo y poético que emplea.

En aquella época el geólogo no disponía del precioso auxiliar que es el microscopio polarizante, pero esta falta la suplió con su maestría en el arte de ensayar minerales y rocas, de modo que en toda su obra encontramos numerosos análisis, recurso al cual se acude hoy día sólo en trabajos detallados por lo costoso y lento del método.

Antes de terminar quiero agregar solamente que Domeyko sentó las bases y señaló un camino para la investigación geológica de nuestro país. Han transcurrido cien años desde que él formuló sus teorías y el progreso ha sido muy escaso en relación con el tiempo transcurrido. Hoy que celebramos el 150 aniversario de su nacimiento, es ocasión de que los diversos círculos ligados con la Geología, tanto docentes como profesionales, se hagan el firme propósito de estructurar de una manera estable el Servicio de la Carta Geológica, cumpliendo con las ideas que tuvo en vista el Presidente Don Manuel Montt, en 1854, al fundar el Cuerpo de Ingenieros de Minas de Chile, inspirado seguramente en las ideas de Domeyko.