

GEOLOGÍA DEL TERRITORIO CHILENO. UNA VISIÓN SINÓPTICA

Jorge Oyarzún Muñoz*

Este ensayo describe y explica los rasgos principales de la geología de Chile a la luz de la teoría de las placas tectónicas del profesor Harry Hess.

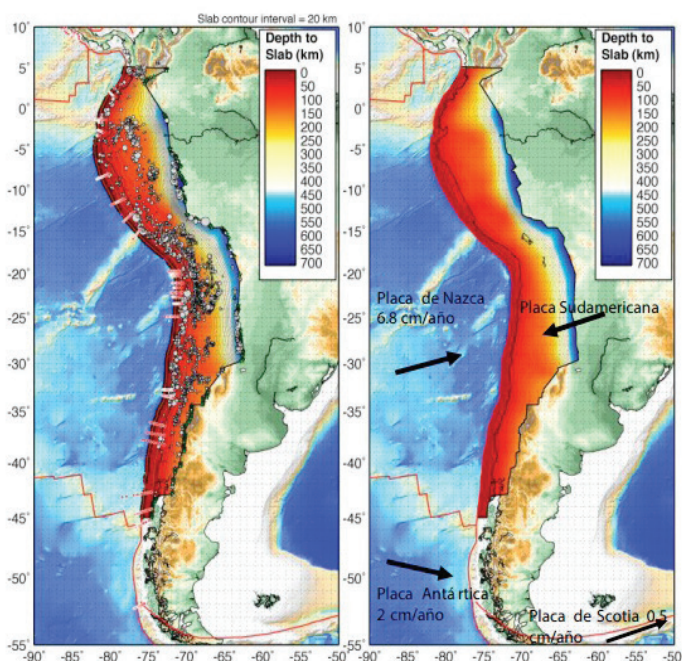


Figura 1.- (Izq.) Marco tectónico de Chile. Se muestran las placas que interactúan con la Placa Sudamericana, indicando la dirección y velocidad de convergencia. Los colores indican la profundidad alcanzada por la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana. Los puntos de color blanco son sismos que permiten determinar la profundidad y geometría de la zona de subducción.

Aunque la geología es compleja en sus detalles, la teoría de las placas tectónicas permite explicar en términos relativamente simples la evolución del territorio chileno como producto de la interacción de placas rígidas oceánicas y continentales en lento pero continuo movimiento, debido al efecto de convección producido por la radioactividad interna de la tierra. Las placas oceánicas, formadas por corteza basáltica

sobre manto litosférico y que nacen de las dorsales marinas de expansión, están en constante renovación y la edad de las más antiguas no pasa de 180-200 millones de años (Ma). En cambio, la edad de las placas continentales, constituidas por corteza continental sobre manto litosférico, puede llegar a unos 4000 Ma. Durante esa larga historia, los continentes se han unido y fraccionado muchas veces. La última vez que todos se unieron formaron el súper continente Pangea, que empezó a romperse hace unos 200 Ma. Entonces, Sudamérica quedó formando parte de Gondwana, junto con África, Antártica, Australia y la India. Primero se separaron la India y Australia, y después, hace 140 Ma, se inició la separación de Sudamérica y África con la apertura del Océano Atlántico. Antes y después de su separación, la costa occidental de Sudamérica recibió la convergencia y subducción de placas oceánicas, procedentes de dorsales de expansión situadas en el océano Pacífico ancestral. Actualmente

* Geólogo (U.Ch.), Dr. Geoquímica y Dr. de Estado en Ciencias (U. París). Prof. Titular. Depto. Ing. Minas Universidad de La Serena. (joyarzun@userena.cl).

la placa del Pacífico Oriental subducta bajo el territorio chileno hasta la latitud de la península de Taitao, donde están en contacto las placas Sudamericana, Antártica y del Pacífico Oriental, tomando el relevo más al sur la parte oceánica de la placa Antártica. Cabe señalar que las placas continentales son de mayor espesor (hasta unos 250 km) que las oceánicas (hasta unos 100km), pero de menor densidad, por lo cual las oceánicas subductan a las continentales.

La configuración del territorio en el Paleozoico (545-245 Ma)

Las rocas son los materiales básicos de la geología. Conforme a su origen, se clasifican en magmáticas (formadas por cristalización de magmas volcánicos o profundos), sedimentarias (por consolidación de sedimentos clásticos, orgánicos o químicos) y metamórficas (por el efecto de altas presiones o temperaturas sobre rocas preexistentes). El territorio chileno es geológicamente joven y en su constitución participó la actividad magmática inducida por la subducción de placas oceánicas bajo el borde SW de Gondwana, en especial a partir de unos 340 Ma atrás. Las rocas más antiguas no pasan de los 550 Ma. Estas se encuentran en el norte de Chile (Mejillones, altiplano de Arica). Entre Pichilemu y Chiloé afloran las rocas de series metamórficas, datadas entre 340 y 270 Ma. Ellas formaron parte de un complejo volcánico y clástico procedente del Pacífico que se adosó al continente. En la Cordillera de Nahuelbuta ese complejo incluye depósitos ferríferos. Otros complejos de acreción afloran más al sur, en los archipiélagos situados entre los 44° y 54° de latitud Sur. Están constituidos por complejos metamórficos de origen volcánico, clástico y orgánico. El del archipiélago Madre de Dios migró desde aguas oceánicas cálidas, e incluye calizas de plataforma marina junto a rocas silíceas y lavas submarinas. Dichas calizas son explotadas en la Isla Guarello (Hervé et al, 2007).

Geología post-Paleozoica del territorio (245 Ma al presente)

En el curso del Mesozoico (245-66 Ma) se definieron los rasgos propios del territorio chileno

continental, debido a su posición frente a las placas oceánicas que lo subductaban desde el NW o el SW, según variaba la geometría de las dorsales de expansión de las que procedían. Hasta la apertura del Atlántico Sur, iniciada hace unos 140 Ma, la subducción se desarrolló bajo un margen continental inmóvil. Después, la velocidad de convergencia fue la suma del movimiento opuesto de Sudamérica (hacia el W) y de la placa oceánica (hacia el SE). Como resultado de ella, se formaron fajas magmáticas de orientación N-S, emplazadas en la corteza continental. En el curso del período Jurásico (208-144 Ma) se desarrolló una faja N-S de islas volcánicas, al W de la costa actual, seguidas al E por una cuenca marina poco profunda de 200 km de ancho, cerrada al E por el continente. Por el efecto tectónico compresivo del desplazamiento al W del continente, la cuenca marina se cerró hace unos 100 Ma atrás. En cambio, al sur, donde dominaba el efecto de la dorsal de Chile, se produjo el cambio inverso, pasando de un ambiente continental en el Jurásico a los ambientes marinos cretácicos de la cuenca de Magallanes, a los que se asocia el origen de su petróleo. En el curso del Mesozoico y del Cenozoico, la abundante y casi continua generación de magma es el rasgo más notable del territorio chileno. Ello se expresa en fajas de rumbo N-S de cuerpos graníticos batolíticos, así como en potentes acumulaciones de rocas volcánicas andesíticas. La edad de las fajas magmáticas disminuye de W a E, lo que se interpreta como consecuencia de la erosión tectónica de la corteza continental adyacente a la fosa oceánica, producida por el roce entre ambas placas. En consecuencia, se estima que el frente de convergencia de placas ha retrocedido unos cientos de kilómetros hacia el E, al igual que la faja de generación magmática. En el curso de la evolución mesozoica-cenozoica se alternaron etapas de aceleración y desaceleración de la velocidad de convergencia, al igual que condiciones de convergencia normal y oblicua de las placas, lo que determinó las condiciones orogénicas y de formación de grandes fallas de rumbo N-S. Sin embargo, las condiciones compresivas fueron dominantes desde la apertura del Atlántico. El abundante magmatismo generado obedece al aporte de agua que implica la subducción de la placa oceánica hidratada bajo la corteza

continental, el que actúa como fundente, bajando la temperatura de fusión de las rocas del manto.

Por otra parte, esa riqueza en agua de los magmas es propicia para la formación de yacimientos metalíferos y explica la riqueza en yacimientos de cobre, molibdeno, oro, plata y hierro del territorio. Dichos yacimientos se disponen, como las rocas ígneas a las que se asocian, en fajas N-S de edad decreciente hacia el este. Entre ellas son de especial importancia la faja de pórfidos de Cu-Mo de 45 a 30 Ma de la cordillera de Domeyko y la precordillera (Collahuasi, Chuquicamata, Escondida etc.) que va de Tarapacá a Atacama y la de pórfidos más jóvenes (12-5 Ma) de la cordillera Andina, que va de Pelambres (31° 50') a El Teniente (34° 10'S) (Charrier et al, 2007; Makshev et al, 2007).

La configuración actual del territorio (25 Ma-presente)

En el curso de los últimos 25 Ma el territorio alcanzó su estructura actual, que es consecuencia de factores tectónicos isostáticos, como el espesor de la corteza continental, así como de factores dinámicos variables, producto de la interacción de la placa oceánica con la continental. En el norte del territorio, el mayor espesor de corteza continental y las condiciones de moderada compresión determinan la existencia de una planicie andina de unos 4 km de altura, a la cual las estructuras volcánicas cuaternarias agregan otros 2 a 3 km. Al W de ella se encuentra la depresión central ocupada por la pampa salitrera, seguida de la Cordillera de la Costa y después por una plataforma marina cortical de 100-150 km que limita con la fosa oceánica. Esta plataforma está cubierta en parte, más al sur, por abanicos sedimentarios depositados por los ríos principales, los que están cortados por cañones submarinos. En las regiones de Antofagasta y de Atacama se agrega una tercera cordillera central: la Cordillera de Domeyko, situada entre la depresión central y las alturas andinas, que encierra por el Oeste los grandes salares con sus recursos de Li y K. Más al sur, en las regiones de Atacama y Coquimbo, no existe la depresión central y la Cordillera de la Costa se extiende hasta la Cordillera de los Andes, elevada esta última por fallas compresivas de bajo ángulo. En estas regiones tampoco hay

volcanes cuaternarios, y la zona de subducción es casi horizontal, rasgos que se atribuyen al efecto disruptivo que produce la cadena de volcanes submarinos de Juan Fernández en la zona de subducción. Desde 33° S hasta el Golfo de Reloncaví, el territorio presenta nuevamente un valle tectónico longitudinal y las alturas andinas disminuyen paulatinamente junto con el menor espesor de la corteza. Al sur de Puerto Montt, la sedimentación no alcanza a compensar el hundimiento tectónico del valle central, y la Cordillera de la Costa se disgrega en archipiélagos, separados por golfos y canales modelados por la erosión glacial, que también afecta a la Cordillera Andina. En las inmediaciones del istmo de Ofqui se produce el encuentro de las placas Sudamericana, Pacífica y Antártica, y al sur de ese punto triple es la parte oceánica de la placa Antártica la que subducta al continente (Cembrano et al, 2007).

Las islas oceánicas del Pacífico

En las placas oceánicas se forman volcanes no asociados a subducción, que son producto de columnas térmicas ascendentes relativamente inmóviles. Puesto que las placas sí se mueven, se generan en ellas alineamientos de volcanes de los cuales sólo el situado sobre el punto caliente está activo y los más alejados son los más antiguos. Este es el origen de las islas oceánicas de Chile, ligadas a alineamientos volcánicos submarinos de orientación W-E, producto del avance de la placa oceánica hacia el Este, y de los cuales las islas representan el centro volcánico más joven: islas de Pascua, Salas y Gómez, San Félix y San Ambrosio y del archipiélago de Juan Fernández: Alejandro Selkirk y Robinson Crusoe. Sus edades son del orden de 4-3 Ma (Robinson Crusoe) a 2,6-1,5 Ma (Isla de Pascua). En cambio, los volcanes submarinos más antiguos de los alineamientos, como el Monte O'Higgins (8,5 Ma) del grupo Juan Fernández, cercano ya a la fosa oceánica, alcanzan edades mayores. La composición geológica de estas islas corresponde a rocas basálticas diferenciadas (Stern et al, 2007).

Geología del territorio antártico

La geología del continente antártico incluye un amplio rango de edades que va desde el

Arqueozoico (más de 2500 Ma) al Cuaternario. Hasta hace 170 Ma atrás el continente fue parte del Gondwana y su presente territorio se configuró hace sólo 35 Ma. Por su posición geográfica durante el período Cámbrico (545-505 Ma) tuvo un clima cálido que empezó a enfriarse hace 416 Ma, pasando después por etapas de calentamiento y enfriamiento conforme a su posición geográfica. La geología de la Antártica Occidental es similar a la de los Andes, y la Península Antártica incluye sedimentos marinos paleozoicos y mesozoicos, cuyo ascenso fue acompañado por un volcanismo andesítico, de edad jurásica (208-144 Ma) dominante (Stern et al, 2007).

Conclusiones

A diferencia del territorio argentino, instalado principalmente sobre el sur de la Placa Sudamericana y cuyo contacto con la Placa Atlántica es pasivo y no implica subducción, el territorio chileno se ha constituido por

la interacción activa y continua del margen continental occidental de la Placa Sudamericana con las placas litosféricas oceánicas surgidas de las dorsales de expansión del Pacífico ancestral. En este sentido es geológicamente más afín con el territorio de Japón, aunque éste constituye un arco de islas, formado por la subducción de placa oceánica bajo placa oceánica, a unos 1000 km del borde occidental de la Placa Asiática, en el extremo opuesto del Océano Pacífico. Prácticamente todos los rasgos principales del territorio chileno responden a las condiciones y consecuencias del proceso de subducción: las cadenas volcánicas, los ascensos y descensos tectónicos, los fenómenos sísmicos, la relativa juventud de las rocas, el predominio de lo ígneo sobre lo sedimentario y las ricas fajas mineralizadas. Del mismo modo que el historiador griego Heródoto dijo de Egipto que era “un don del Nilo”, se puede decir que la historia geológica de Chile es la consecuencia del avance subducción de las placas tectónicas oceánicas bajo el continente.

* * *

BIBLIOGRAFÍA

1. Cembrano, J., Lavenu, A., Yáñez, G., Riquelme, R., García, M., González, G., y Herail, G. (2007), Neotectonics. En: *The Geology of Chile* (op cit) pp231-261.
2. Charrier, R., Pinto, L., y Rodríguez, M. (2007), Tectonostratigraphic evolution of the Andean Orogen in Chile. En: *The Geology of Chile* (op cit) pp 21-114.
3. Hervé, F., Faúndez, V., Calderón, M., Massonne, H.-J., y Willmer, A.P., (2007), Metamorphic and plutonic basement complexes. En: *The Geology of Chile* (op cit) pp 5-19
4. Moreno, T., y Gibbons, W. (2007), *The Geology of Chile*. The Geological Society, London, 414 p.
5. Maksaev, V., Townley, B., Palacios, C. y Camus, F. (2007), Metallic ore deposits. En: *The Geology of Chile* (op cit) pp 179-199.
6. Oyarzún, J. (2015), La Tectónica Global, el aporte de un marino científico. *Revista de Marina, Valparaíso*, Ed 3, pp 58-63.
7. Stern, C.R., Moreno, H., López-Escobar, L., Clavero, J., Lara, L., Naranjo, J., Parada, M., y Skewes, A. (2007) Chilean volcanoes. En: *The Geology of Chile*, pp147-178.