

**IGNIMBRITAS ANDESITICO-BASALTICAS
POSTGLACIALES DEL VOLCAN VILLARRICA,
ANDES DEL SUR (39° 25' S)****Jorge E. Clavero Ribes****Magister - Geólogo**

El volcán Villarrica ha tenido una historia eruptiva postglacial caracterizada por numerosas erupciones explosivas que comprenden la emisión de oleadas y flujos piroclásticos alternados con episodios efusivos, habiendo generado en los últimos 14.000 años, al menos 15 oleadas y flujos piroclásticos, dos de los cuales de acuerdo a su volumen y petrografía, tendrían un carácter ignimbrítico: ignimbritas Licán y Pucón. Estas corresponden a los eventos explosivos postglaciales de mayor envergadura e importancia dentro de la evolución del volcán Villarrica. Las características de ambos depósitos (petrográficas, de volumen y de distribución) sugieren que tuvieron mecanismos de generación, transporte y depositación significativamente diferentes.

La ignimbrita Licán se formó hace 13.700 (dataciones C^{14}) años siendo el primer evento eruptivo explosivo postglacial del volcán Villarrica. Su depósito se distribuye de forma radial en torno al edificio volcánico, cubre un área de más de 1.000 km² y su volumen se estima en aproximadamente 10

km³. El depósito, generalmente macizo y sin estructuras sedimentarias, está constituido esencialmente por material juvenil escoriáceo de composición andesítico-basáltica a andesítica (53-57% SiO₂), en el cual abundan las bombas escoráceas con superficies tipo "coliflor" e intenso fracturamiento prismático. El flujo piroclástico tuvo un transporte esencialmente laminar, a gran velocidad y alta temperatura, recorriendo más de 35 km desde la fuente de origen. Sin embargo, localmente por efecto topográfico principalmente, habría incorporado una mayor proporción de fluidos (agua, aire y CO₂ esencialmente) con la consiguiente disminución de la concentración de partículas, lo que habría provocado que se transportara bajo un régimen turbulento. Este flujo se habría originado por el colapso de una columna eruptiva subpliniana, producto de una erupción freatomagmática de gran envergadura, a partir de un magma diferenciado de composición andesítica. El vaciamiento de un gran volumen de magma de la cámara habría generado el colapso del cono volcánico, formando una calde-

ra, tipo Krakatoa, anidada en una más antigua, pre-última glaciación, de 6 por 4 km.

La Ignimbrita Pucón se formó hace 3.700 años (dataciones C^{14}), marcando el término de la evolución del cono volcánico edificado desde los 14.000 años A.P. Su depósito se distribuye de manera radial en torno al edificio volcánico, sin embargo, se encuentra fuertemente controlado por la paleotopografía existente al momento de depositarse, cubre un área de más de 500 km^2 y su volumen se ha estimado en aproximadamente 5 km^3 . El depósito está constituido por una serie de unidades de flujo (maciza, lítica, juvenil, oleada superior y oleada base) con características petrográficas muy diversas. El material juvenil tiene una composición basáltica a andesítico-basáltica (51-56% SiO_2), caracterizado por bombas escoriáceas de densidad variable, habitualmente con superficies tipo "coliflor" o "corteza de pan". El flujo piroclástico tuvo un transporte mixto entre laminar y turbulento, siendo su movilidad más similar a la de un lahar a alta temperatura que a la de un flujo piroclástico típico. Este flujo se habría

generado por el rebalse de un gran volumen de material juvenil sumado a un importante volumen de material lítico de las paredes del edificio volcánico debido al colapso de éste por inestabilidad. La erupción que generó este depósito habría sido gatillada por la inyección de un pulso de magma basáltico en una cámara ligeramente más diferenciada (composición andesítica a andesítico-basáltica) y estable, lo que habría provocado su inestabilidad y, por lo tanto, la extrusión violenta de un gran volumen de material (juvenil y lítico), provocando el colapso de las paredes del cono volcánico, formando una pequeña caldera de colapso, tipo Krakatoa, de 2 km de diámetro. Esta erupción se habría visto favorecida por la infiltración de agua (probablemente de deshielos) a la cámara. El material eyectado habría rebasado las paredes del edificio generando una columna eruptiva densa de baja altura, a partir de la cual se generó el flujo piroclástico de la Ignimbrita Pucón.

Prof. Guía: Sr. Hugo Moreno Roa
01-07-96

GEOLOGIA DEL AREA COMPRENDIDA ENTRE LAGO VERDE Y ALTO RIO CISNES, REGION DE AYSEN, CHILE

Joaquín Cortés Carrillo

Magister - Geólogo

En la zona limítrofe de Chile con Argentina, entre los 43° 30' y 45° 00' latitud sur, aflora una secuencia de ro-

cas estratificadas volcánicas y volcánoclasticas, intruida por plutones, que en trabajos anteriores ha sido deno-

minada informalmente Estratos de Lago Verde. En este trabajo, la unidad ha sido estudiada en detalle, pudiéndose precisar su edad y estratigrafía sobre la base de correlaciones litológicas y estratigráficas complementadas por sus relaciones de contacto con el Grupo Divisadero.

Los Estratos de Lago Verde están formados por depósitos de ignimbritas riolíticas y dacíticas, depósitos de oleada de piroclastos de composición riolítica, depósitos de caída de piroclastos, todos ellos originados a partir de una magma porfírico de tipo calcoalcalino. La secuencia, además, está compuesta por lavas andesíticas y andesítico-basálticas levemente toleíticas, lo que pone de manifiesto el carácter bimodal del volcanismo.

Afloran también en el área rocas intrusivas que en este trabajo han sido agrupadas como la Unidad intrusiva Lago Verde-La Tapera. Esta compuesta por granitoides cuya presión de formación no excede los 2 kbars (geobarometría en anfíbolos), por lo que su profundidad de emplazamiento no debe haber excedido los 7 a 8 kms. La composición de los granitoides varía desde sienogranitos de biotita a tonalitas de anfíbola y biotita, en los que se cuenta con edades radiométricas del Cretácico Superior. La Unidad Intrusiva Lago verde-Las Tapera intruye a los Estratos de Lago Verde y forma parte del Batolito Patagónico en el área de estudio.

La Unidad Intrusiva Lago Verde-La Tapera genera en los Estratos de Lago Verde metamorfismo de contacto, reconociéndose áreas restringidas de rocas córneas. Además, esta última uni-

dad se encuentra afectada por al menos dos eventos regionales de metamorfismo no deformativo de muy bajo a bajo grado, en facies que van desde Ceolita a Prehnita-Pumpellyita para el primero, y de Prehnita-Pumpellyita a Esquistos Verdes para el segundo. La temperatura asignada para estos eventos metamórficos está comprendida entre los 150° a 350° C (geotermometría en cloritas).

Es posible acotar la edad de los Estratos de Lago Verde como mínimo al Cretácico Inferior, ya que los plutones que los intruyen han sido datados en 90 ± 3 Ma (K-Ar en Biotita), 88 ± 2 Ma (isocrona Rb-Sr) y 86 ± 3 Ma (K-Ar en biotita), de modo que los Estratos de Lago Verde serían correlacionables como primera aproximación con la Formación Ibáñez, el Grupo Divisadero, o bien, corresponderían a un equivalente cronoestratigráfico volcánico de las unidades sedimentarias del Neocómicano. Por otra parte, la presencia de Pterotrigonia sp., en rocas sedimentarias que afloran en el área de Lago Palena (fuera del área en estudio), y que sobreyacen concordantemente a los Estratos de Lago Verde permiten asignarle a la unidad una edad mínima Jurásico Medio-Superior. Por lo tanto, sobre la base de estos datos se le asigna a los Estratos de Lago Verde una edad comprendida entre el Jurásico Medio a Superior-Cretácico Inferior, siendo entonces equivalente a la Formación Ibáñez.

Prof. Guía: Sr. Francisco Hervé

22-10-96

GEOLOGIA Y ESTRUCTURA DEL BORDE DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL, EN EL AREA DE BELEN (CHILE)

Marcelo García Godoy

Magister - Geólogo

El estudio geológico-estructural a escala 1:50.000 del área de Belén, ubicada en el borde occidental del Altiplano, junto al análisis de los antecedentes existentes para la región, indican lo siguiente.

El Complejo Metamórfico de Belén (CMB) está formado por anfibolitas, esquistos, neisses, serpentinas, un stock gábrico, y diques máficos y félsicos. Las rocas metamórficas presentan una foliación principal bastante regular (N20° W/55° E) en la mayoría de los afloramientos, y es subparalela a la falla inversa Chapiquiña-Belén, responsable de la exposición neógena del basamento. Esto último sugiere que la estructura interna de las metamorfitas habría controlado, en parte, la geometría del cabalgamiento. Los datos radiométricos existentes para el CMB, permiten asignarle una edad paleozoica inferior al principal evento metamórfico.

Sobre el CMB existen pequeños ramanentes de areniscas cuarcíferas marinas, asignadas al Jurásico-Cretácico Inferior (Formación Livilcar). Discordantemente sobre estas dos unidades, se encuentra la Formación Lupica, del Oligoceno Superior-Mioceno Inferior (\approx 25-18 Ma), conformada por tobas, andesitas y sedimentitas, de ambiente continental intramontano con el desarrollo probable de calderas. La depositación se habría realizado en

un régimen tectónico extensivo. Las tobas de la Formación Oxaya, de edad miocena inferior (22-18 Ma), fueron depositadas principalmente al oeste de la Formación Lupica. Las posiciones estratigráficas y edades equivalentes de las formaciones Lupica y Oxaya, sugieren un engrane entre ambas unidades.

Entre los 18 y 15 Ma se generaron los pliegues de la Formación Lupica estrechamente relacionados con la Falla Chapiquiña-Belén. Esta deformación, con vergencia occidental, se propagó hacia el oeste, a través de otro cabalgamiento (Falla Belén-Tignámar) que generó en su frente los depósitos de la Formación Joracane (nueva unidad). La geometría y naturaleza de esta falla, la dirección de las paleocorrientes, composición de los clastos y geometría de la Formación Joracane, indican que la depositación de ésta fue sintectónica. Durante este período de deformación, se produjo en gran parte la configuración estructural actual de la zona.

La formación Zapahuiria (13-11 Ma), constituida principalmente por basaltos y andesitas, se depositó en discordancia angular sobre las formaciones Joracane y Lupica, y en discordancia de erosión sobre la Formación Oxaya. La cercanía espacial, la equivalencia composicional y por sobre todo la similitud en edades, entre la Formación Zapahuiria y las dioritas de

la Unidad Intrusiva Chapiquiña (≈ 12 Ma), muestran que esta última sería el equivalente intrusivo de la unidad volcánica. No existen evidencias de actividad tectónica en este período de tiempo.

Con un origen análogo al de la Formación Joracane, en el Mioceno Superior (10-8 Ma), se generaron hacia el oeste los conglomerados fluviales del Miembro Inferior de la Formación Huaylas. En esta unidad también la geometría de la falla de borde (Falla Copaquilla-Tignámar), la composición de los clastos y la dirección de las paleocorrientes, indican que los depósitos sin sintectónicos, relacionados genéticamente con la actividad de la Falla Copaquilla-Tignámar. Además, en este período compresivo se formó el suave anticlinal de la Formación Oxaya y se plegó levemente la Formación Zapahuira. Esto indica que la deformación se propagó nuevamente hacia el oeste, demostrando que ésta se

desarrolló en secuencia normal. Las unidades más jóvenes que el Plioceno Inferior (Ignimbrita Huaylas y Formación Lauca) no presentan considerables signos de deformación.

Por lo tanto, la configuración estructural actual de la zona se produjo esencialmente entre los 18 y 8 Ma, a través de un sistema plegado y fallado con vergencia occidental, y con cabalgamientos cuyas edades y manteos disminuyen hacia el oeste. Se distinguen dos períodos de mayor actividad de las fallas, uno entre los 18 y 13 Ma y otro entre los 10 y 8 Ma, ambos acompañados por la generación de depósitos sintectónicos. El primero de estos períodos produjo gran parte de la exposición neógena del Basamento Metamórfico.

Prof. Guía: Sr. Gérard Hérial
30-08-96

EL COMPLEJO ACREACIONARIO Y LA ZONA DE FALLA LIQUIÑE-OFQUI EN LOS FIORDOS REÑIHUE Y COMAU ($42^\circ - 43^\circ$ S), CHILOE CONTINENTAL

Alejandro R. Sanhueza Passache

Magister - Geólogo

En este trabajo se discute el origen y evolución de un terreno plutónico-metamórfico que aflora en los Fiordos Reñihué y Comau, Chiloé Continental, X Región de los Lagos ($42^\circ 15' - 42^\circ 45'$ latitud sur; $72^\circ 15' - 72^\circ 50'$ longitud oeste).

En las rocas metamórficas se reconocieron dos unidades: una unidad de rocas verdes y una unidad de metasedimentitas. Sobre la base de criterios petrográficos y estructurales estas unidades se han asignado al complejo acrecionario de subducción. En las ro-

cas verdes se ha encontrado preservada parte de la estructura original, tanto macroscópica (almohadillas y brechas de almohadillas), como microscópicamente (textura porfírica). Se propone que el protolito de estas rocas verdes sea volcanitas básicas depositadas en ambiente subacuático. Geoquímicamente esta unidad muestra afinidad toleítica y, con algunas reservas, con basaltos de fondo oceánico. En las metasedimentitas se ha reconocido estratificación preservada, cercano al lugar donde otros autores han colectado fósiles devónicos. Esto ha sugerido una edad devónica para el protolito de las rocas metamórficas.

Las rocas intrusivas del área se han asignado al Batolito Norpatagónico y están constituidas por intrusivos dioríticos, granodioríticos y tonalíticos, y diques intermedios a básicos. Las rocas plutónicas muestran una afinidad calcoalcalina, de arco magmático continental. La cronometría K-Ar en biotita realizada en rocas plutónicas ha dado edades mioceno medio-superior, y podrían representar un evento térmico de importancia regional, probablemente relacionado al emplazamiento del borde occidental del Batolito Norpatagónico.

Sobre la base de criterios geométricos en el Complejo Acrecionario, han sido definidos tres dominios estructurales elongados N-S. El dominio más occidental (Dominio Chumildén) muestra indicadores cinemáticos de deformación no-coaxial, de rumbo sinistral. Los datos isotópicos Rb-Sr entregan una edad de referencia de 300 Ma para la deformación representada por este dominio. El dominio central (Dominio Estero Gonzalo-Punta Puquetey) muestra indicadores cinemá-

tics de deformación co-axial y subdominios de deformación no-coaxial, con sentido de movimiento inverso dextral, alzando el bloque occidental. Se ha asignado una edad paleozoica superior para la deformación representada por este dominio. Con estos antecedentes se ha propuesto que la deformación en el prisma de acreción paleozoico se habría particionado en un componente de acortamiento, representada por el Dominio Estero Gonzalo-Punta Puquetey y un componente de movimiento lateral, representada por el Dominio Chumildén. El dominio más oriental (Dominio Estero Gonzalo-Río Reñihué) representaría un segundo episodio de deformación sobreimpuesto al evento paleozoico superior. Este evento estaría relacionado a acortamiento E-W contemporáneo a la intrusión de los granitoides miocenos pertenecientes al Batolito Norpatagónico. Los antecedentes de fábrica indican que el acortamiento E-W podría representar un embalamiento de plutones miocenos del Batolito Norpatagónico, o bien ser resultado de transpresión dextral contemporánea al emplazamiento de estos.

Las rocas plutónicas del Batolito Norpatagónico, asociadas espacialmente a la Zona de Falla Liquiñe-Ofqui, registran deformaciones frágil y dúctil. Los estudios de fábrica macroscópica y microestructurales en las distintas zonas de deformación dúctil han mostrado una cinemática compleja. En el caso mejor expuesto se han encontrado indicadores cinemáticos de movimiento de rumbo dextral, de edad probable post-Mioceno Medio.

El estudio de dos sitios con fallas mesoscópicas ha permitido reconocer una cinemática frágil de rumbo dextral post-Mioceno en la Zona de Falla

Liquiñe-Ofqui. Una componente de acortamiento aproximada NE se ha obtenido a partir de estas fallas. Se ha podido distinguir, además, un probable segundo episodio de acortamiento E-W de edad también incierta post-Mioceno. La geometría de los diques coincide en parte con la geometría de fallas mesoscópicas, lo que sugiere que su emplazamiento habría estado controlado por fallas preexistentes. Esta geometría muestra, no obstante, que algunos de estos diques habrían intruido por fracturas extensionales que representarían una máxima compresión horizontal NE.

La coincidencia entre la dirección NE de máximo acortamiento y máxima compresión horizontal (a partir de la geometría de fallas mesoscópicas y diques, respectivamente) indicaría que en el post-Mioceno la Zona de Falla Liquiñe-Ofqui habría permanecido como una zona tectónicamente activa, absorbiendo principalmente la componente de rumbo deducida del vector de convergencia de las placas Sudamericana Nazca.

Prof. Guía: Sr. Francisco Hervé
5-09-96

El presente trabajo integra el área comprendida entre los $41^{\circ} 45' - 42^{\circ} 05'$ latitud sur y $72^{\circ} 25' - 72^{\circ} 50'$ longitud oeste a la geología regional de la X región, mediante la confección de un mapa geológico a escala 1:100.000.

Fueron reconocidas rocas volcánicas, sedimentarias pertenecientes a la Formación Ayacara, las cuales corresponden a tobos dacíticas, lutitas y areniscas de grano fino, en las que se encontraron equinodermos fósiles que fueron usados solo como indicadores ambientales debido a que su rango de edad va desde el Cretácico Superior hasta el presente. Se reconoce además otro grupo de rocas sedimentarias tales como conglomerado de cuarzo, areniscas y lutitas, que en conjunto forman la Unidad Pichicolo definida en este trabajo. Afloran además rocas plutónicas, dentro de las cuales se encuentra un cuerpo tonalítico de grano medio de edad mioceno medio-superior que intruye a la Formación Ayacara en el sector norte del área de estudio, produciendo metamorfismo de contacto en dichas rocas. Estas últimas han sido agrupadas bajo la Unidad Metasedimentaria

Puelche (solo con fines prácticos). Otro cuerpo plutónico corresponde a aquel que aflora en el sector sur, particularmente en Fondo Pichicolo y Manzano, en donde intruye a rocas pertenecientes a la Formación Ayacara. Finalmente aflora en el área un cuerpo gábrico de grano fino que integra la Unidad Hornopirén, ubicada a unos 2 kilómetros al sur-este de la localidad homónima. La unidad de roca de mayor expresión areal reconocida en el área corresponde a la denominada aquí como Unidad Estratos de Contao, y corresponde a un conjunto de rocas volcánicas sedimentarias que pueden dividirse en tres miembros principales. El miembro inferior de dicha unidad corresponde a rocas netamente sedimentarias tales como conglomerado y brecha conglomerádica, que sobreyacen discordantemente a rocas pertenecientes a la Formación Ayacara. El miembro medio corresponde a gruesos niveles de brechas laháricas, y el miembro superior se compone de brechas volcánicas y coladas andesíticas. En el sector norte del área de estudio, cerca de la zona de desembarco de Puelche, se encuentra un pequeño afloramiento de rocas

cas, verter las estructuras preservadas en la dirección NE de manera acromatizada y máx. una composición normalizada para el eje X de la geometría de las mesocólicas y diplos (especialmente) indicadas por el post-Mioceno en la Zona de Falla Liquián-Ofqui (ver por ejemplo a los autores citados). Como resultado de esta deformación, las metasedimentitas se ha resaca en estratificación preservada, cercano al lugar donde otros autores han contactado ~~el Batolito de Faja de Liquián~~ una edad devónica para el protolito de las rocas metamórficas.

Las rocas intrusivas del área se han asignado al Batolito Norpatagónico y están constituidas por intrusivos dioríticos, granodioríticos y tonalíticos, y diques intermedios a básicos. Las rocas plutónicas muestran una afinidad calcoalcalina, de arco magmático continental. La cronometría K-Ar en biotita realizada en rocas plutónicas ha dado edades mioceno-medio-superior, y podrían representar un evento térmico de importancia regional, probablemente relacionado al emplazamiento del borde occidental del Batolito Norpatagónico.

Sobre la base de criterios geométricos en el Campo de Acreecionario, han sido definidos dos dominios estructurales elongados N-S. El dominio más occidental (Dominio Chamildén) muestra indicadores cinemáticos de deformación de rumbo de rumbo sinistral. Los datos microscópicos Rb-Sr entregan una edad de deformación de 100 Ma para la deformación representada por este dominio. El dominio central (Dominio Estero González-Punta Paquetey) muestra indicadores cinemá-

ticos de deformación de rumbo de rumbo sinistral. Una composición normalizada para el eje X de la geometría de las mesocólicas y diplos (especialmente) indicadas por el post-Mioceno en la Zona de Falla Liquián-Ofqui (ver por ejemplo a los autores citados). Como resultado de esta deformación, las metasedimentitas se ha resaca en estratificación preservada, cercano al lugar donde otros autores han contactado ~~el Batolito de Faja de Liquián~~ una edad devónica para el protolito de las rocas metamórficas.

Las rocas plutónicas del Batolito Norpatagónico, asociadas espacialmente a la Zona de Falla Liquián-Ofqui, registran deformaciones frágil y dúctil. Los estudios de fábrica microscópica y microestructurales en las distintas zonas de deformación dúctil han mostrado una cinemática compleja. En el caso mejor expuesto se han encontrado indicadores cinemáticos de movimiento de rumbo dextral, de edad probable post-Mioceno Medio.

El estudio de dos sitios con fallas mesoscópicas ha permitido reconocer una cinemática frágil de rumbo dextral post-Mioceno en la Zona de Falla