



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA

GEOQUÍMICA Y SIGNIFICADO GEOLÓGICO DEL VOLCANISMO PLIOCENO-PLEISTOCENO EN LOS ANDES DEL SUR (38°-42°S)

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE GEÓLOGO

CRISTIÁN CUROTTO ESTIBILL

PROFESOR GUÍA:

LUIS ENRIQUE LARA PULGAR

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:

MIGUEL ANGEL PARADA REYES

MARTIN HERBERT REICH MORALES

SANTIAGO DE CHILE

MAYO 2014

Resumen

En la Cordillera de los Andes, entre los 38° y 42°S, se observa un fenómeno interesante; la distribución del volcanismo plioceno-pleistoceno sugiere la presencia de un arco volcánico más ancho que el actual, pero manteniendo el mismo frente. El arco plioceno-pleistoceno está compuesto por un conjunto de centros volcánicos erosionados, que incluyen remanentes de los conductos emisores y se sitúan junto o en la base de los centros volcánicos Cuaternarios. Se recolectaron y procesaron datos geoquímicos y edades de muestras desde el Plioceno hasta el Holoceno en la zona de estudio. Razones La/Yb, La/Nb, La/Ta y Ba/Ta sugieren que la mayoría de las muestras volcánicas del periodo Plioceno-Pleistoceno presentan afinidad de arco, y que se encuentran lavas con estas características a más de 330 Km de la fosa, confirmando la hipótesis de un arco más ancho. La modelación de fusión parcial con el programa Arc Basalt Simulator sugiere que la fuente que generó una muestra de lava del Complejo Volcánico Pino Hachado, corresponde a una lherzolita de espinela, la fusión se generó a 2 GPa y 1200°C, lo que permitió una fusión parcial de 1,5%, además la deshidratación del slab que permitió esta fusión, se habría producido a 5 Gpa y 1063°C. Esta variación en el ancho del arco volcánico entre un periodo y otro, se atribuye a una variación importante en la velocidad de convergencia de las placas a inicios del Pleistoceno; una convergencia más rápida explicaría la presencia de un arco más ancho y más productivo. Un segundo factor de primer orden correspondería a la presencia de estructuras regionales importantes y a los regímenes de estrés presentes; la presencia del sistema de falla Liquiñe-Ofqui restringe el ascenso de magmas en el caso del arco cuaternario, y por el contrario, en el arco plioceno-pleistoceno no se observa una relación estricta entre el volcanismo y las estructuras regionales, lo que permitiría el ascenso de magmas en la parte oriental de la zona de estudio.

Agradecimientos

Primero que todo tengo que agradecer a mi profesor guía, Luis Lara, por darme la oportunidad de realizar este trabajo, y por confiar en mí. Gracias también a los miembros de mi comisión, Miguel Angel Parada y Martin Reich, por sus siempre bienvenidas críticas.

A mi familia, mi madre Verónica, mi padre Franco y mis hermanos Nicolás y Romina, por el constante apoyo durante los 6 años de estudios universitarios, en las buenas y en las malas.

A mi polola Cristina, por aguantarme, motivarme siempre y ayudarme a confiar en mis capacidades. Este trabajo logré terminarlo gracias a ti. Te amo.

A Álvaro Puig, por mostrarme la geología, y enseñarme todo lo que implica ser un geólogo. Gracias también por todas las veces que nos juntamos a conversar de la memoria, y por estar siempre con la mejor disposición a ayudarme.

También tengo que agradecer a mis amigos del colegio, Seba, Negro, Monstruo, Buchi, Cruz, Denni, Alex, Cabrol, Marci, Watón; son lo máximo, que la amistad no se termine nunca. A mis amigos de plan común, Duque, JC, Concha, Pablo, Javier, Cris, Goepfinger, Henriquez, Cruzat, Pais, por hacer que esos 2 años de cálculo, algebra y matemáticas y físicas varias no fueran tan desagradables. Y por último a los amigos de Geología, con mención especial a los herméticos, Tito, Aralo, Flop, Luquitas, Pelao, Fel, Menares, Javi, Chino. No perdamos el contacto.

La realización de esta memoria fue posible gracias al programa de riesgo volcánico del SERNAGEOMIN (datos geocronológicos y geoquímicos publicados e inéditos) y al proyecto Fondecyt 1110966 (datos geoquímicos complementarios).

Tabla de Contenido

1	Introducción	1
1.1	Formulación del Estudio Propuesto	1
1.2	Objetivos	4
1.2.1	Objetivo General	4
1.2.2	Objetivos Específicos	4
1.3	Hipótesis de Trabajo	4
1.4	Ubicación	4
1.5	Metodología	5
1.6	Plan de Trabajo	6
2	Marco Geológico	7
2.1	Antecedentes Generales	7
2.2	Rocas de la zona de estudio	9
2.2.1	Rocas Estratificadas	9
2.2.2	Basamento	14
2.3	Distribución	14
3	Geoquímica de Elementos Mayores	17
3.1	Diagrama TAS	17
3.2	Diagrama AFM	19
4	Elementos Traza	20
4.1	Diagramas Spider	20
4.2	Diagramas de Razones de Elementos Traza	22
5	Modelamiento de Procesos de Fusión Parcial	25
5.1	Antecedentes	25
5.1.1	Fusión en equilibrio	26
5.1.2	Fusión Fraccional	26
5.2	Determinación de muestra primitiva	27
5.3	Datos utilizados en la Modelación	28
5.4	Resultados	31
6	Discusiones	34
6.1	Geoquímica	34
6.2	Variación La/Yb Oeste-Este	35

6.3 Grado de Fusión Parcial	35
6.4 Mayor ancho y productividad del arco plioceno-pleistoceno	37
8 Conclusiones	45
9 Bibliografía	46
10 Anexos.....	56

Índice de Tablas

4.1 Muestras utilizadas en el diagrama Spider	21
4.2 Concentraciones (en ppm) del Condrito utilizadas para la normalización	21
5.1 Datos de muestras primitivas utilizadas en la modelación	27
5.2 Composiciones de Sedimento (SED), Corteza Oceánica Alterada (AOC) y Manto Empobrecido MORB (DMM) usadas para los cálculos del ABS	29
5.3 Composiciones de las cinco muestras primitivas modeladas con el programa Arc Basalt Simulator versión 3.10	30
5.4 Resumen de resultados obtenidos para las modelaciones realizadas con Arc Basalt Simulator 3.10	32
6.1 Factores que afectan la geometría de las zonas de subducción	37
10.1 Química y edades de muestras pleistocenas-holocenas “Oeste”	56
10.2 Química y edades de muestras pleistocenas-holocenas “Este”	97
10.3 Química y edades de muestras pleistocenas-holocenas Trasarco	99
10.4 Química y edades de muestras pliocenas-pleistocenas	103
10.5 Química y edades de muestras pliocenas	123

Índice de Ilustraciones

1.1 Esquema de comparación en la segmentación de la ZVS	1
1.2 Tasas de convergencia a los 42°S desde los 60 Ma hasta el presente	3
1.3 Ubicación de la zona de estudio. Imagen obtenida de Google Earth	5
2.1 Esquema tectónico actual de los Andes del Sur	8
2.2 Distribución del volcanismo plio-pleistoceno y pleistoceno-holoceno en la zona de estudio. Destacándose además los centros de emisión de ambos periodo	16
3.1 Diagrama TAS de las muestras volcánicas estudiadas	18
3.2 Diagrama AFM de las muestras volcánicas estudiadas	19
4.1 Diagrama Spider normalizado al Condrito de las muestras estudiadas	20
4.2 Diagrama La/Yb en función de la distancia a la fosa de las muestras	22
4.3 Diagrama La vs La/Nb	23
4.4 Diagrama La/Ta vs Ba/Ta	24
5.1 Mejores ajustes para las modelaciones de fusión parcial de las cinco muestras estudiadas	31
5.2 Transiciones de fase en un manto lherzolítico anhidro	33
6.1 Ilustración esquemática de modelos de subducción de litósfera oceánica bajo litósfera continental, mostrando los efectos de los controles principales actuando independientemente	38
6.2 Radio de curvatura del slab después de 12 Ma para (a) velocidad de subducción lenta (3 cm/año) (b) rápida (5cm/año)	39
6.3 Ajuste de placas tectónicas en América Central, mostrando el movimiento absoluto de las placas de Norte América, del Caribe y de Cocos	41
6.4 Contexto regional de las placas tectónicas en los Andes Patagónicos, indicando la traza de la Zona de Falla Liquiñe-Ofqui de intra-arco, y grandes volcanes del Pleistoceno Tardío al Holoceno	42
6.5 Resumen de los factores de primer y segundo orden que controlan la relación entre la tectónica y el volcanismo en la ZVS	43
6.6 Modelos numéricos para el desarrollo de arcos intra oceánicos	44

1 Introducción

1.1 Formulación del Estudio Propuesto

El cinturón orogénico de los Andes, el cual se extiende por más de 7000 km a lo largo del margen occidental de América del Sur, se desarrolló durante el Cenozoico por la convergencia de la placa oceánica de Nazca bajo la placa Sur Americana. En el área de estudio, el ángulo de subducción, definido por la zona de Wadati-Benioff, varía entre 20° y 30° en algunos segmentos y 10° en los segmentos de subducción plana. Además, el espesor cortical de la región andina varía de 60 km en el Altiplano a solo 35 km en los Andes del Sur. En función de estas características, se definen 4 segmentos o zonas volcánicas activas actuales, discontinuas, y separadas por correspondientes ‘gaps’ sin actividad volcánica. De norte a sur ellas son: Norte o ZVN de 5°N a 2°S, Central o ZVC de 16°S a 26°S, Sur o ZVS de 33°S a 46°S, y Austral o ZVA al sur de los 47°S. Todas estas zonas se ubican en segmentos con subducción normal, separadas por zonas con subducción plana sin actividad volcánica (X. Yuan et al., 2006).

La ZVS a su vez se ha separado en subzonas; esta clasificación, que varía según el autor, se resume en la figura 1.1 (Sellés et al., 2004), donde NSVZ, TSVZ, CSVZ y SSVZ hacen referencia a las Zonas Volcánicas Sur del Norte, Transicional, Central y del Sur respectivamente. TMS, PTS y LOS son siglas para los segmentos Tupungato-Maipo, Palomo-Tatara y Longaví-Osorno respectivamente. Se debe notar que la principal diferencia está relacionada a la ubicación del límite del segmento a los 36° versus los 37°S. En la clasificación más moderna de Dungan et al., 2001, la división se ha hecho de acuerdo a cambios en la orientación y desplazamientos laterales en la posición del frente volcánico y los segmentos son nombrados de acuerdo a los centros volcánicos a los límites sur y norte de cada subzona.

Lat S	Dungan et al., 2001	López-Escobar, 1984	Fuia and Stern, 1988	Torney et al., 1991	López-Escobar et al., 1993	López-Escobar et al., 1995a	Lat S
33							33
34.5	TMS	Province I	NSVZ	NSVZ	NSVZ	NSVZ	34.5
36	PTS		TSVZ	TSVZ	TSVZ	TSVZ	36
			//				37
41.2	LOS	Province II	SSVZ	SSVZ	SSVZ	CSVZ	41.2
						SSVZ	42
							46

Figura 1.1: Esquema de comparación en la segmentación de la ZVS.

La zona de estudio en este caso se ubica entre los 38° y 42°S por lo que corresponde a parte de la ZVSC, ZVSS, Provincia II o LOS, según la referencia que se esté considerando. Con respecto a las unidades volcánicas pliocenas a pleistocenas de la zona, estas corresponden a edificios volcánicos parcial o completamente desmantelados, situados junto o en la base de los centros volcánicos cuaternarios que forman el frente volcánico activo. Se les reconoce en la cordillera andina desde su borde occidental, junto a estratovolcanes del frente activo, hasta la vertiente argentina, sobre bloques alzados del basamento paleozoico, granitoides o secuencias volcano-sedimentarias del Meso-Cenozoico. Estas rocas no presentan una asociación espacial estricta con estructuras de carácter regional. En contraste, los centros cuaternarios muestran una distribución más estrecha, concentrada en la cordillera andina y en el entorno de la falla Liquiñe-Ofqui (Lara et al., 2001). La unidad más representativa del Plio-Pleistoceno de la ZVS entre los 38° y 42°S, corresponde a la Formación Malleco (Suárez y Emparan, 1997) que corresponde a una extensa sucesión de facies volcánicas proximales y distales en la que se intercalan depósitos laháricos y niveles epiclásticos principalmente de composición basáltica y andesita basáltica. Se distribuye en el sector occidental de la Cordillera de los Andes entre los 38° y 39,5°S. Entre los 38° y 39°S Suárez y Emparan (1997) presentan edades K-Ar entre $4,4\pm 0,5$ y $0,8\pm 0,3$ Ma.

La presencia de centros volcánicos orientales del periodo Plioceno-Pleistoceno en la vertiente Argentina, sumado a la baja información de edades en la época, llevaron a Muñoz y Stern (1988) a proponer que el arco volcánico en la zona migró en la dirección de la fosa en el Pleistoceno. A partir de nuevos análisis de edades, Lara et al. (2001) y Lara y Folguera (2006) sugieren que el proceso ocurrido habría sido una reducción en el ancho del arco volcánico y no una migración de este, ya que el frente volcánico no cambia su ubicación de un periodo a otro.

La franja del Plioceno Superior-Pleistoceno muestra una señal geoquímica característica de arco, con variaciones internas apreciadas especialmente en el aumento progresivo al este de la razón La/Sm y una moderada atenuación de Ba/La. Ambos rasgos son compatibles con menores grados de fusión parcial y atenuación de los componentes de subducción según aumenta la distancia a la fosa. Estas variaciones pueden explicarse con una reducción del ancho de la zona volcánica en la transición del Plioceno al Cuaternario (Lara et al., 2001), y no con una migración del arco como había propuesto Stern (1989).

Para la mayoría de los arcos, la edad del piso oceánico incrementa hacia el arco y, en general, las tasas a la que el piso oceánico se genera es comparable a la tasa de subducción presente. Por lo tanto, la edad y el espesor de la litósfera subductada han sido aproximadamente constantes durante los últimos 10 Ma. A partir de este supuesto, Molnar et al (1979) propusieron una relación empírica entre la velocidad

de subducción, la edad de la placa subductada y la longitud de la zona de Wadati-Benioff, L [km] = V [mm/año] x T [Ma]/10. Velocidades de subducción altas pueden producir dinámicas fortalecidas del manto del subarco, lo que puede resultar en arcos volcánicos extendidos, con firmas geoquímicas de arco muy alejadas de la fosa. En este caso, el único parámetro que habría sufrido variación relevante a fines del Plioceno, o comienzos de Pleistoceno es efectivamente la velocidad de convergencia de las placas, que ocurrió cerca de los 2 Ma, desde 9 cm/año (Engelbreton et al., 1986, DeMets et al., 1994), a los actuales 7,9 cm/año (DeMets et al., 1994, Tamaki, 2000) o incluso 5-6 cm/año (Angermann et al., 1999). La figura 1.2 muestra las variaciones en la velocidad de convergencia a los 42°S. Esta reducción justificaría la disminución observada de hasta un 50% en el ancho de la región volcánica (Lara et al., 2001).

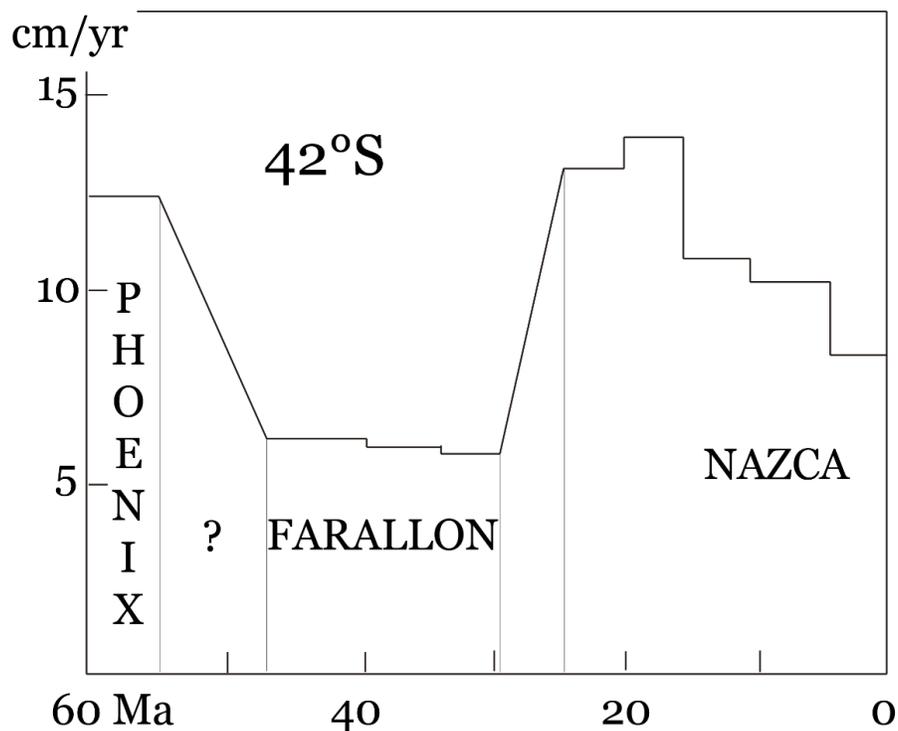


Figura 1.2: Tasas de convergencia, en cm/año, a los 42°S desde los 60 Ma hasta el presente. Modificado a partir de Somoza y Ghidella (2012).

Este estudio se enfocará en el volcanismo plio-pleistoceno de los Andes del Sur, con énfasis entre los 38°-42°S, específicamente en sus características petrológicas y químicas para obtener una mejor caracterización de este y poder explicar las variaciones espaciales y temporales del arco volcánico desde el Plioceno hasta el Holoceno.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Establecer y explicar las diferencias geológicas y geoquímicas entre el volcanismo plio-pleistoceno entre los 38° y 42°S, y el arco volcánico moderno a la misma latitud. Particularmente, determinar si el volcanismo plio-pleistoceno fue más intenso que el actual y construyó un arco más ancho.

1.2.2 Objetivos Específicos

- 1) Caracterizar temporalmente, sobre la base de una recopilación de antecedentes, la fase de volcanismo plio-pleistoceno que en la zona de estudio está representada fundamentalmente por la llamada Formación Malleco (Suárez y Emparan, 1997) y otras unidades informales.
- 2) Caracterizar petrológicamente y geoquímicamente la fase de volcanismo plio-pleistoceno y determinar la evolución de esta.

1.3 Hipótesis de Trabajo

El volcanismo del Plioceno-Pleistoceno en los Andes del Sur (38-42°S) habría representado un episodio de mayor productividad en el cual el arco volcánico alcanzó un ancho mayor al actual conservando el mismo frente, posiblemente en respuesta a una mayor velocidad de subducción.

1.4 Ubicación

La zona de estudio corresponde al arco plio-pleistoceno de la zona volcánica sur entre las latitudes 38° - 42°S, y las longitudes 70°5' - 72°8' aproximadamente, abarcando las regiones de la Araucanía, los Ríos, y los Lagos del sur de Chile; y las provincias de Neuquén y Río Negro en Argentina, pertenecientes a la región Patagónica (figura 1.3).

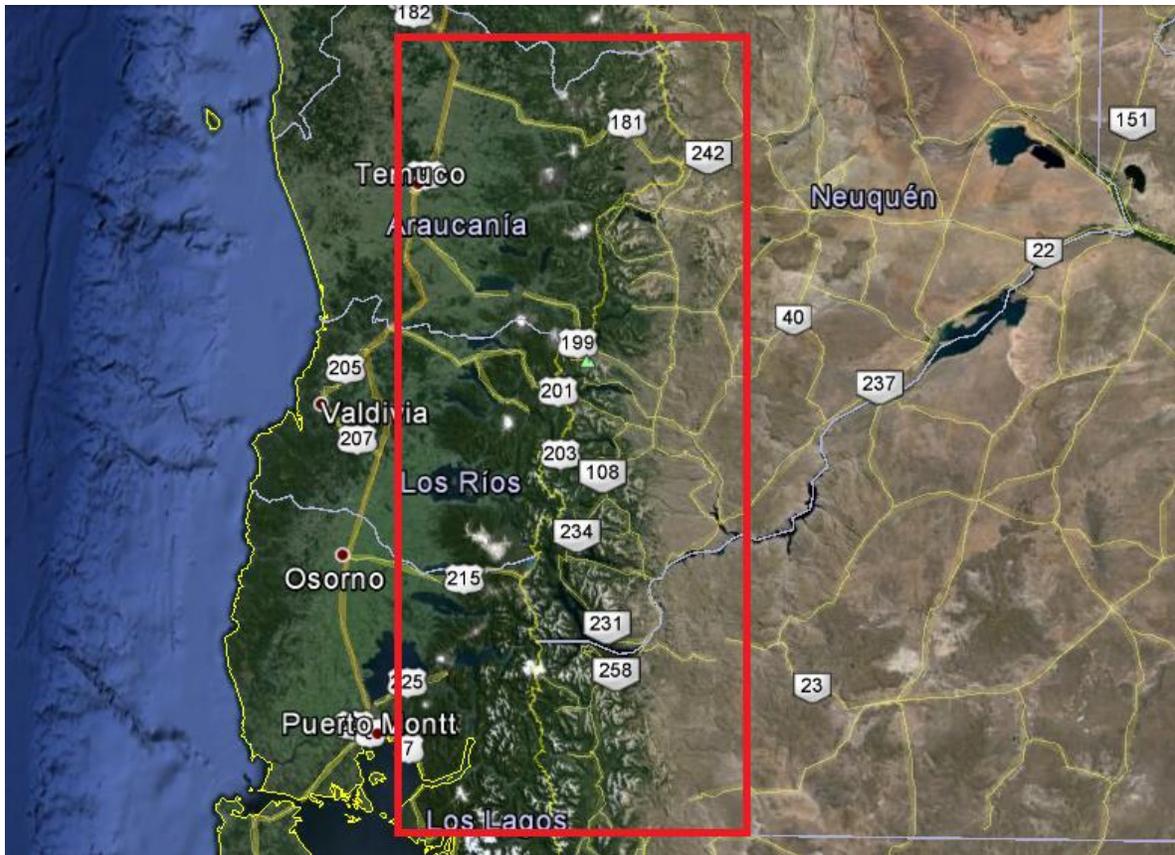


Figura 1.3: Ubicación de la zona de estudio, destacada en un rectángulo rojo. Imagen obtenida de Google Earth.

1.5 Metodología

- 1) Recopilación de antecedentes sobre datos de edades y características geoquímicas de las rocas volcánicas desde el Plioceno hasta el Holoceno en la ZVS, específicamente entre los 38° y 42°S, para elaborar una base de datos completa. Realización e interpretación de diagramas geoquímicos de clasificación.
- 2) Estudio de la distribución y petrología de las rocas volcánicas desde el Plioceno hasta el Holoceno entre los 38° y 42°S de la ZVS. Interpretar datos geoquímicos de las rocas volcánicas plio-pleistocenas en la zona de estudio, y realizar modelaciones petrogenéticas para inferir el origen de los magmas y los procesos evolutivos que dan origen a las composiciones observadas.

1.6 Plan de Trabajo

A continuación se presenta un listado de actividades a realizar para la consecución de los objetivos específicos, y vinculados a las metodologías anteriormente señaladas.

- 1) 1.1. Lectura de bibliografía asociada, con el fin de obtener la mayor cantidad de datos confiables e interiorizarse sobre el problema propuesto.

1.2. Realización de la base de datos geoquímica, separándola en grupos de acuerdo a la edad de las muestras. (Hickey y Vargas, 1989; Jara et al., 2011; Kay et al., 2013; Lara et al., 2001; Lara y Folguera, 2006; Lara y Moreno, 2012; L.E. Lara, datos inéditos; Mella et al., 2005; Moreno et al., 2010; Muñoz y Stern, 1988; Naranjo y Moreno, 2005; Sellés y Moreno, 2011; Suárez y Emparan, 1997).

1.3. Realización de diagramas geoquímicos de clasificación: TAS, AFM, Spider.
- 2) 2.1. Realización de un mapa de distribución de las rocas volcánicas en la zona, mediante el software Adobe Illustrator, a partir de mapas disponibles de la zona. (Campos et al., 1998; et al., 2011; Kay et al., 2004; Lara et al., 2001; Lara, 2004; Lara y Moreno, 2004; Lara y Folguera, 2006; Lara y Moreno, 2006; Lara y Moreno, 2012; Moreno y Clavero, 2006; Moreno y Lara, 2008; Moreno et al., 2010; Muñoz y Stern, 1989; Naranjo y Moreno, 2005; Rodríguez et al., 1999; Sellés y Moreno, 2011; SERNAGEOMIN, 2003; Suárez y Emparan, 1997).

2.2. Interpretación de diagramas geoquímicos de clasificación.

2.3. Determinación de diferencias temporales y espaciales en el volcanismo desde el Plioceno hasta el Holoceno en la zona de estudio.

2.4. Realización de modelaciones petrogenéticas mediante el software Arc Basalt Simulator (Kimura et al., 2009, 2010).

2.5. Generar hipótesis para explicar el fenómeno observado en la zona de estudio.

2 Marco Geológico

2.1 Antecedentes Generales

La zona de estudio se encuentra en los Andes del Sur y corresponde a parte de la Zona Volcánica Sur (ZVS) definida entre los 33° y 46°S (ej: Muñoz y Stern, 1988; Stern, 1989; Lara et al., 2001; X. Yuan et al., 2006).

La subducción continua de corteza oceánica (placa Farellón – Nazca) bajo corteza continental (placa Sudamericana), por lo menos desde el Jurásico Inferior, ha sido el proceso geotectónico más importante a lo largo del margen chileno. A partir de este, se ha producido magmatismo significativo, desarrollo de cuencas, orogenia, tectonismo, metamorfismo, y variaciones en la ubicación del arco con respecto a la fosa (Coira et al., 1982; Mpodozis y Ramos, 1989).

El quiebre de la placa de Farellón hace 26 Ma en las placas Cocos y Nazca, provocó un abrupto cambio en el ángulo de convergencia respecto a la placa Sudamericana, desde una interacción oblicua (55°) a cuasi-ortogonal (10°), lo cual se mantuvo hasta los 20 Ma (Cande y Leslie, 1986; Pardo Casas y Molnar, 1987; DeMets, 1994; Somoza, 1998), variando levemente desde esa época hasta la orientación actual N78°E (Angermann et al., 1999). La velocidad de convergencia ha oscilado desde 5 cm/año entre los 38 y 28 Ma, a un máximo de 15 cm/año a los 26 Ma, permaneciendo constante hasta los 20 Ma, y disminuyendo desde el Mioceno hasta alcanzar la velocidad actual de 6,6 cm/año (Angermann et al., 1999).

La configuración tectónica de la zona se muestra en la figura 2.1

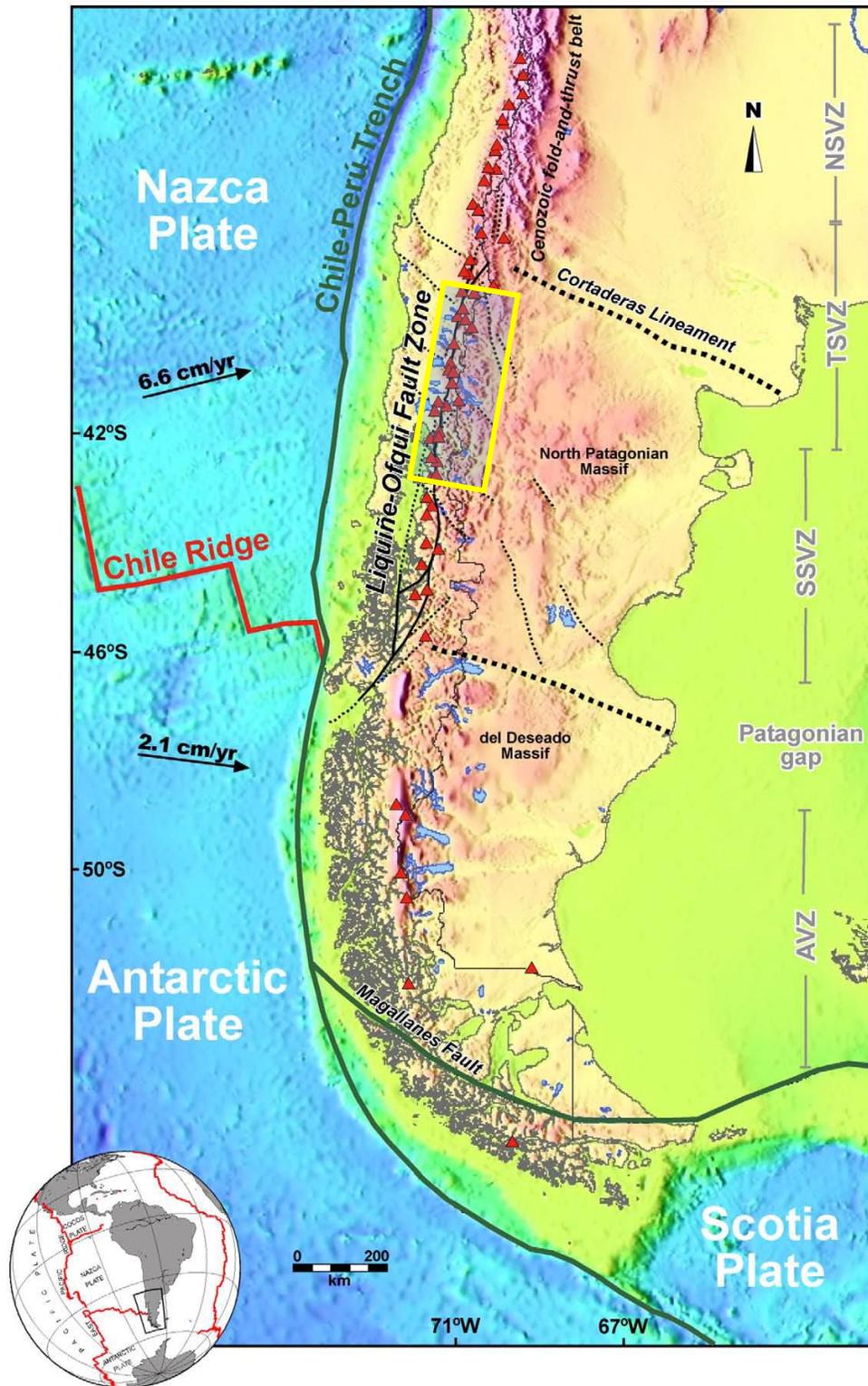


Figura 2.1: Esquema tectónico actual de los Andes del Sur. Se destacan la zona de falla Liquiñe-Ofqui y el punto triple de Chile; además de la velocidad de convergencia tanto de la placa de Nazca, como de la Antártica. La separación de la Zona Volcánica Sur está en base a López-Escobar et al., 1995. Los triángulos rojos corresponden a volcanes activos. La zona de estudio se presenta en un rectángulo amarillo. Figura modificada a partir de Cembrano y Lara, 2009.

2.2 Rocas de la zona de estudio

Las unidades plio-pleistocenas más importantes de la zona de estudio son la ya mencionada Formación Malleco, además de los Estratos de Pitreño, Estratovolcanes antiguos y la Asociación volcánica de la Precordillera Oriental. El basamento de las rocas corresponde a Granitos, Granodioritas, Tonalitas y Dioritas, y algunas secuencias volcanosedimentarias.

2.2.1 Rocas Estratificadas

2.2.1.1 Estratos de Pitreño (Mioceno Superior–Plioceno)

Unidad definida por Campos et al. (1998) en el área de Futrono-Lago Ranco como una secuencia compuesta por rocas sedimentarias continentales y volcánicas subaéreas, que incluye un nivel inferior, predominantemente sedimentario, formado por volcarenitas, conglomerados y lutitas fosilíferas; y un nivel superior constituido tanto por lavas basálticas a andesíticas como por depósitos piroclásticos y laháricos. En base a dataciones y relaciones estratigráficas se obtiene una edad de Mioceno Superior-Plioceno para esta unidad.

Esta secuencia sería equivalente a la Formación Malleco (Suárez y Emparan, 1997).

2.2.1.2 Formación Malleco (Plioceno–Pleistoceno Inferior)

Secuencia volcánica continental de edad plio-pleistocena inferior definida por Suárez y Emparan (1997). Se incluye en esta unidad un conjunto volcánico compuesto por diferentes asociaciones de facies volcánicas con algunas intercalaciones sedimentarias, que aflora principalmente en el lado occidental de la Cordillera Principal. Esta unidad corresponde a los ‘Depósitos Volcanoclásticos y Aluviales de Malleco’ (Moreno y Varela, 1982), a los ‘Estratos de Laguna Malleco’ (Thiele et al., 1987). El área tipo de la Formación Malleco es el curso del río Malleco en la Hoja Curacautín.

Las intercalaciones sedimentarias consisten en ortoconglomerados, localmente con imbricación, lentes de arenisca, areniscas con estratificación cruzada y paraconglomerados polimícticos.

Se ha reconocido un cambio lateral de facies volcánicas, predominando las lavas y probables centros de emisión en el sector oriental de la franja de afloramientos, y las rocas volcanoclásticas en el sector occidental.

Ha sido subdividida en cuatro unidades informales, tres de ellas en sucesión estratigráfica, y denominadas unidad inferior, media y superior, y una cuarta unidad correspondiente a lavas de valle apoyadas sobre las unidades media y superior.

Unidad inferior: Está compuesta por brechas volcánicas (2,5-10 m de espesor), aglomerados (en unidades de 36-125 m de potencia), tobas de lapilli (0,1-10 m de potencia), tobas vítreas (0,1-0,2 m de espesor), diamictitas (3-4 m de espesor), paraconglomerados (6-7 m de potencia), conglomerados (5-6 m de espesor), y areniscas (0,5-2 m de potencia). Se han reconocido ocasionales intercalaciones de lavas basálticas y andesíticas (4-5 m de potencia) en el sector oriental, mientras que en el sector occidental las intercalaciones de rocas epiclásticas son más abundantes. Los clastos de las brechas, aglomerados y tobas son de basaltos olivínicos y de andesitas basálticas, algunas porfíricas. Aflora preferentemente al oeste de las confluencias de los ríos Agrío, Niblinto y Dillo, al oeste de Curacautín. Tiene un espesor que varía entre 80 m (sin techo expuesto) y 500m (sin base expuesta).

Unidad media: Corresponde a una alternancia de lavas andesítico-basálticas y rocas volcanoclásticas. Estas últimas son brechas volcánicas, con clastos de hasta 1 m de diámetro, tobas de lapilli, aglomerados y diamictitas. Los clastos son predominantemente de basaltos olivínicos y andesitas basálticas. Aflora de preferencia entre la zona de afloramiento de la unidad inferior y la localidad de Amargos (Río Renaico), Cerro Casa Piedra, Río Blanco (este de Curacautín), Laguna El Negro y nacientes del río Caihuico. Su espesor varía entre 110 m (sin base ni techo expuestos) y 400 m (sin base expuesta).

Unidad superior: Comprende lavas andesítico-basálticas, olivínicas, con ocasionales intercalaciones volcanoclásticas, conformadas principalmente por brechas volcánicas andesítico-basálticas. Las lavas se presentan en coladas de 3-11 m de espesor, generalmente con disyunción columnar. Se distribuye principalmente a lo largo del borde oriental de la zona principal de afloramientos de la Formación Malleco. Presenta un espesor mínimo que varía entre 100 y 500 m.

Se agrega a esta unidad en forma tentativa un grupo de centros volcánicos aislados que comprende afloramientos de lavas andesítico-basálticas interpretadas como remanentes de centros volcánicos o lavas muy proximales a centros volcánicos.

Unidad de lavas de valle tardías: Lavas andesítico-basálticas de olivino y lavas columnares con tendencia dacítica. Se expone en el sector de Laguna Malleco, entre los Cerros Las Cabras y Casa de Piedra. Ocupa un paleovalle labrado en las unidades media y superior; el contacto de erosión se expone en el escarpe derecho del río Dillo.

La totalidad de las rocas de la formación son calcoalcalinas. Las lavas del techo de la unidad inferior son andesitas y dacitas. Las de la unidad media son andesitas basálticas y, subordinadamente andesitas; mientras que las rocas de la unidad superior y de los centros volcánicos aislados corresponden a andesitas basálticas y basaltos, con algunas andesitas, y representan los niveles más básicos de la Formación Malleco. Por su parte, la unidad de lavas de valle tardías comprende andesitas basálticas a dacitas y son las que presentan mayor diversidad.

Sobreyace con discordancia angular a los estratos de Huichahue y a la Formación Cura-Mallín, ambas de edad Miocena inferior a media, y con discordancia de erosión al grupo plutónico Melipeuco, del Mioceno; por lo que se deduce una edad máxima Miocena Superior. Por otro lado, por infrayacer a lavas del Pleistoceno superior-Holoceno del conjunto de Volcanes de la Cordillera Principal y a sedimentos de probable origen glacial del Pleistoceno Superior, la edad mínima de la Formación sería pleistocena superior. Complementando la información con dataciones realizadas, la edad más probable de la Formación Malleco sería del Plioceno al Pleistoceno Inferior.

Se correlaciona, en parte, con la Formación Cola de Zorro (Gonzalez y Vergara, 1962).

La Formación Malleco se habría acumulado en un ambiente subaéreo, a partir de centros volcánicos ubicados a lo largo de la parte oriental de la franja de afloramientos de esta unidad. Esto se basa en el mayor desarrollo de lavas en la parte este y en el reconocimiento de probables centros de emisión en este sector.

2.2.1.3 Asociación Volcánica de la Precordillera Oriental (Plioceno Inferior-Pleistoceno Superior)

Conjunto volcánico del Plioceno inferior-Pleistoceno superior, edad determinada a partir de numerosas dataciones radiométricas además de las relaciones estratigráficas. Comprende varias estructuras volcánicas y rocas asociadas, principalmente basaltos y andesitas, construidos sobre un bloque elevado de dirección nor-noroeste, delimitado por las fallas Biobío-Aluminé en Chile y Cordillera del Viento en Argentina. En gran parte, constituye extensas mesetas y ocupa la parte superior de cordones como relictos de erosión.

Parte de la Asociación Volcánica de la Precordillera Oriental fue incluida en la antigua Formación Cola de Zorro por Vergara y Muñoz (1982) y Vergara y López-Escobar (1982). Además, ha recibido numerosas denominaciones informales: Complejo Volcánico Pino Hachado (Muñoz y Stern, 1985); Grupo Volcánico Oriental

(Suárez et al., 1986) y Estratos de Pino Hachado e Ignimbrita de Chaquilvín (Thiele et al., 1987).

Las rocas de esta asociación tienen afinidades químicas subalcalinas y alcalinas y representarían un volcanismo de transición intra-tras-arco (Muñoz y Stern, 1985, 1988, 1989).

Conjunto Volcánico I: Comprende dos secuencias, cuyos centros de emisión no han sido determinados, Llanquén-Ranquil y Tuetué; y los estratovolcanes erodados Rahue, Pino Solo y Tralilhue. Las rocas de ambas secuencias son transicionales, con características tanto calcoalcalinas como alcalinas. La secuencia Tuetué es más básica, predominantemente alcalina, con nefelina normativa y corresponde solo a basaltos; la secuencia Llanquén-Ranquil incluye andesitas basálticas y basaltos subalcalinos.

El Cerro Rahue corresponde a un cuello erodado de un volcán. Sus productos volcánicos tienen una potencia de 600 m, cuya base tiene afinidades subalcalinas y es de edad Pliocena; su parte media, también de edad Pliocena, está constituida por aglomerados volcánicos, con intercalaciones de brechas volcánicas, tobas de lapilli y lavas; su parte superior, de edad Pleistocena, está constituida principalmente por lavas, con afinidades alcalinas.

El Cerro Tralilhue es una estructura volcánica en la que se reconocen más de 600 m de lavas con intercalaciones de tobas. Las coladas corresponden a traquiandesitas de olivino y clinopiroxeno.

En el Cerro Pino Solo se observa una secuencia de más de 800 m, con 100 m de tobas y escasas lavas en la base, sucedidas por 400 m de aglomerados volcánicos con intercalaciones de lavas, y hacia arriba por 300 m de lavas, con escasas intercalaciones de tobas. Las lavas corresponden a traquiandesitas de clinopiroxeno, ortopiroxeno y olivino, con afinidades alcalinas; las tobas son riolíticas, con fragmentos de pómez riolíticas a dacíticas, con afinidades subalcalinas.

Conjunto Volcánico II: Comprende las unidades Pampa Cayulafquén y Cordillera de Huisa y el Complejo Volcánico Pino Hachado. Constituye extensas mesetas y ocupa la parte superior de cordones como relictos de erosión.

La secuencia de Pampa Cayulafquén está constituida por lavas andesítico-basálticas.

Por su parte, el Complejo Volcánico Pino Hachado (modificado por Muñoz y Stern, 1985), está constituido por los productos de la Caldera Pino Hachado. La secuencia de hasta 250 m de espesor, está formada principalmente por ignimbritas no soldadas, dacíticas a riolíticas, subalcalinas; sobre estas se reconocen 60 m de lavas de bloques basálticas a dacíticas, con características alcalinas (Vergara y Muñoz, 1982; Muñoz y Stern, 1985)

La secuencia de Cordillera de Huisa incluye pequeños cuellos semi-erodados y coladas de lavas, de composición basáltica y de afinidad calcoalcalina.

Conjunto Volcánico III: Incluye centros de emisión que se alzan sobre el relieve erosionado de los conjuntos anteriores y parte de sus productos rellenan paleorelieves. Comprende el estratovolcán Laguna Mariñanqui, y centros menores de emisión dispersos, lavas de valles y la ignimbrita del río Chaquilvín.

El primero incluye dos pequeños conos bien conservados, formados por lavas traqui-basálticas y andesíticas, con estructuras columnares, y por rocas piroclásticas.

Los centros menores de emisión dispersos corresponden a conos piroclásticos constituidos, en general, por lapilli y bombas.

Las lavas de valle son basálticas y andesíticas y rellenan, parcialmente, los valles de los ríos Chaquilvín y Collochue.

Por último, la ignimbrita del río Chaquilvín presenta piroclastos soldados y elongados ('fiammes') andesíticos y basálticos, pómez dacítica y fibrosa, y fragmentos de obsidiana.

2.2.1.4 Estratovolcanes Antiguos (Pleistoceno Inferior-Medio)

Comprende secuencias estratificadas, intensamente erosionadas y remanentes de antiguos estratovolcanes. Está constituida por lavas de composiciones basálticas a dacíticas, aunque predominan ampliamente las andesitas basálticas, con intercalaciones de tobas, brechas y conglomerados volcánicos, además de diques, filones mantos y lacolitos. Los afloramientos forman parte tanto de estratovolcanes erosionados como del sustrato de algunos volcanes modernos, o bien afloran como secuencias aisladas o remanentes menores diseminados. Alcanza potencias de hasta 1300 m. Los estratos, en general, son subhorizontales o presentan una suave inclinación primaria, y se disponen en discordancia de erosión sobre granitoides, o en discordancia angular sobre los Estratos de Relicura y las Formaciones Curamallín y Curarrehue.

Los resultados de estudios radiométricos sitúan la unidad dentro del Pleistoceno Inferior a Medio. Esta unidad es cronológicamente equivalente a la sección más joven de la Formación Malleco.

2.2.2 Basamento

El basamento de la zona de estudio está compuesto principalmente por:

- a) Mg: Granodioritas, dioritas y tonalitas miocenas (SERNAGEOMIN, 2003).
- b) OM2c: Secuencias volcanosedimentarias. Lavas basálticas a dacíticas, rocas epiclásticas y piroclásticas, representadas por las formaciones Coya-Machalí y Cura-Mallín en el área estudiada (SERNAGEOMIN, 2003).
- c) Kig: Granitos, granodioritas y tonalitas de hornblenda y biotita. Correspondiente al batolito Norpatagónico en la zona de estudio (SERNAGEOMIN, 2003).

2.3 Distribución

La figura 2.2 muestra la zona de estudio, destacando las rocas volcánicas plio-pleistocenas en color piel y las pleistocenas-holocenas en morado.

Las secuencias volcanosedimentarias que se presentan en la zona, constituyen el basamento de los volcanes cuaternarios, como centros eruptivos independientes. Estas secuencias se reconocen desde el borde occidental de la Cordillera de los Andes, junto a estratovolcanes del frente activo, hasta la vertiente Argentina, sobre bloques alzados de basamento Paleozoico, granitoides o secuencias volcanosedimentarias del Meso-Cenozoico (Franzese, 1995). Las secuencias presentes en la vertiente oriental de la Cordillera Andina tienen, en la zona de estudio, una disposición en una franja de rumbo NNW (Turner, 1965; Muñoz y Stern, 1988; Delpino y Deza, 1995), están asociadas estrechamente a la cobertura Mesozoica de la provincia de Neuquén, y representan una voluminosa acumulación de basaltos de plateau, estratovolcanes, calderas y conos monogenéticos (Lara et al., 2001).

El frente volcánico para los periodos Plioceno-Pleistoceno y Pleistoceno-Holoceno pareciera mantenerse fijo; se observan centros de emisión para ambos periodos a 230 Km de la fosa en el sur de la zona de estudio (ej: Hueñu-Hueñu, Calbuco), y a 250 Km en el caso del norte de esta (ej: Cordón el Peñón, Llaima). En la zona entre los 38,5° y 39°S no se observan centros de emisión del periodo Plioceno-Pleistoceno en el frente volcánico, pero las lavas que se encuentran en el sector sugieren la existencia de estos. Probablemente han sido erosionados o tapados por el volcanismo pleistoceno-holoceno.

Por otro lado se observa una marcada diferencia en el ancho del arco volcánico, siendo mayor en el Plioceno-Pleistoceno. Para esto debe considerarse que las lavas pleistocenas-holocenas más orientales corresponden a volcanismo de trasarco; el volcanismo de arco propiamente tal, se encuentra hasta la ubicación del volcán Lanín, que se encuentra aproximadamente a 295 Km de la fosa. Por otro lado, los centros de emisión pliocenos-pleistocenos se reconocen a más 350 Km de la fosa, como es el caso del centro Palao Mahuida. Es necesario confirmar que estos centros orientales corresponden al arco volcánico y no al trasarco como es el caso de Laguna Blanca.

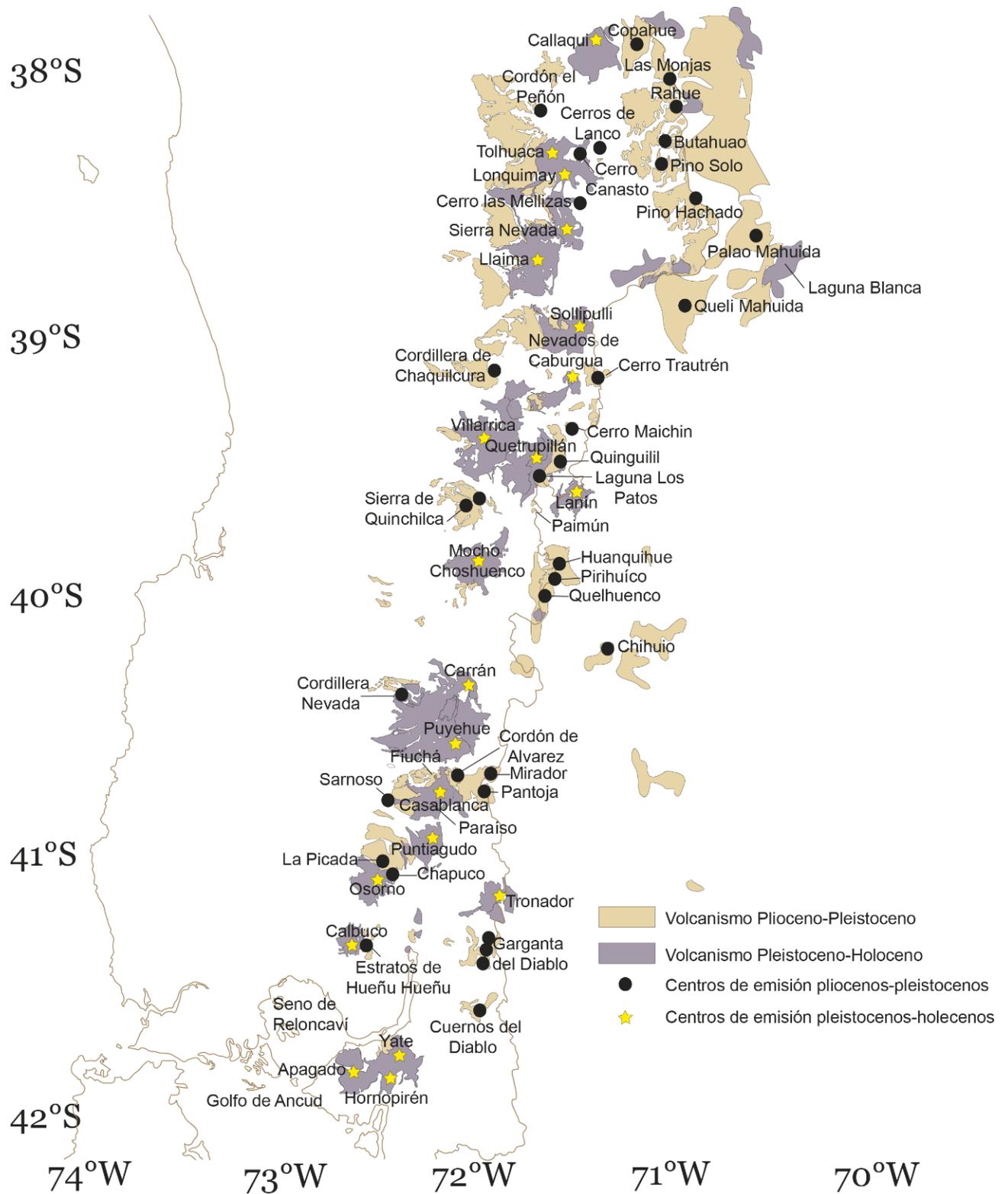


Figura 2.2: Distribución del volcanismo plio-pleistoceno y pleistoceno-holoceno en la zona de estudio. Destacándose además los centros de emisión de ambos periodos. Cordón el Peñón, Cerro Canasto, Cerros de Lanco, Cerro las Mellizas y Cordillera de Chaquilcura hacen referencia a localidades donde se observan centros de emisión.

3 Geoquímica de Elementos Mayores

La base de datos geoquímicos consta de 491 muestras (anexos, tablas 10.1, 10.2, 10.3, 10.4 y 10.5), obtenidas a partir de una recopilación de antecedentes desde publicaciones científicas (Hickey y Vargas, 1989; Jara et al., 2011; Kay et al., 2013; Lara et al., 2001; Lara y Folguera, 2006; Lara y Moreno, 2012; L.E. Lara, datos inéditos; Mella et al., 2005; Moreno et al., 2010; Muñoz y Stern, 1988; Naranjo y Moreno, 2005; Sellés y Moreno, 2011; Suárez y Emparan, 1997). Cabe destacar que al ser datos compilados desde distintas publicaciones, hay mucha variabilidad entre ellos; hay muestras que solo tienen valores de sus elementos mayores, otras presentan mayores y algunas trazas, mientras que otras son más completas y presentan mayor información sobre elementos traza. Por otro lado, solo algunas muestras presentan datos de edades, la mayoría de estas obtenidas con Ar-Ar o K-Ar (tablas 10.1, 10.2, 10.3, 10.4 y 10.5).

A partir de los datos compilados se definen 5 grupos de muestras de acuerdo a sus edades y a su ubicación con respecto a la fosa (según figura 2.2):

Pleistoceno-Holoceno “Oeste”: Edades menores a 500 Ka. Centros de emisión cercanos al frente volcánico. Ej: Llaima, Villarrica, Calbuco, Osorno.

Pleistoceno-Holoceno “Este”: Edades menores a 500 Ka. Centros de emisión ubicados en la parte oriental del arco volcánico pleistoceno–holoceno. Ej: Lanín, Tronador.

Pleistoceno-Holoceno Trasarco: Muestras del trasarco Pleistoceno-Holoceno Ej: Conos de Laguna Blanca. Debido a la poca cantidad de información de este grupo, se agregan muestras del Complejo Volcánico Auca Mahuida, ubicado al norte de la zona de estudio.

Plioceno-Pleistoceno: Foco de estudio de la memoria. Corresponden a muestras con edades entre 3 Ma y 500 Ka. Incluye tanto lavas del frente volcánico, como de las rocas orientales mostradas en la figura 2.2.

Plioceno: Muestras pliocenas con edades mayores a 3 Ma.

3.1 Diagrama TAS

La figura 3.1 presenta el diagrama TAS de las muestras volcánicas estudiadas. Las rocas presentan un amplio rango geoquímico, desde basaltos a riolitas, a pesar de esto es posible observar una mayor concentración entre los campos de basaltos y andesitas, destacándose la gran cantidad de muestras de andesitas basálticas. El

grupo Plioceno-Pleistoceno, destacado con triángulos rojos, también presenta variadas composiciones, desde basalto hasta riolita.

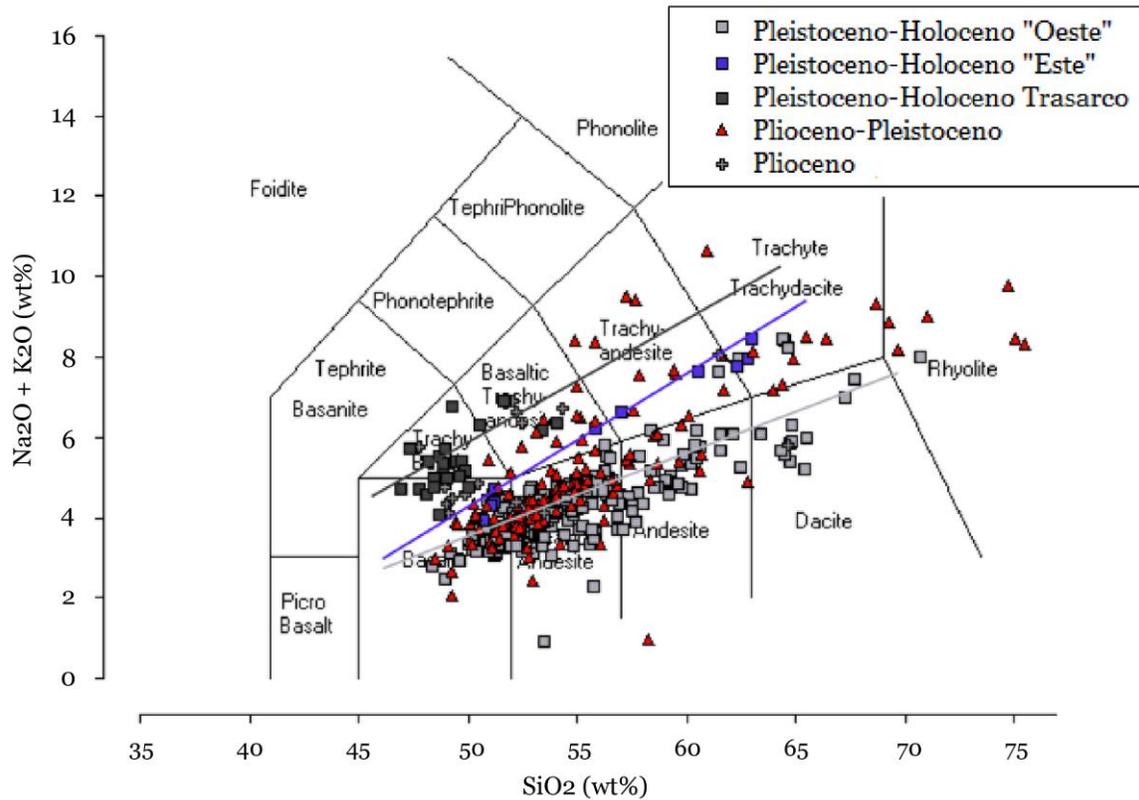


Figura 3.1: Diagrama TAS (LeBas et al., 1986) de las muestras volcánicas, pliocenas a holocenas, de la zona de estudio. Las rectas mostradas en el gráfico corresponden a regresiones lineales simples de los tres conjuntos pleistocenos-holocenos, según los mismos colores utilizados para las muestras; es decir, la regresión gris oscura corresponde a las muestras de Trasarco, la azul a las muestras Pleistocenas-Holocenas “Este” y la gris claro al Pleistoceno-Holoceno “Oeste”.

En la figura 3.1 se destacan tres regresiones lineales simples para los grupos del periodo Pleistoceno-Holoceno:

$$\text{Pleistoceno-Holoceno "Oeste": } y = 0,202x - 6,738 \quad R^2 = 0,649$$

$$\text{Pleistoceno-Holoceno "Este": } y = 0,326x - 12,226 \quad R^2 = 0,977$$

$$\text{Pleistoceno-Holoceno Trasarco: } y = 0,303x - 9,573 \quad R^2 = 0,341$$

A partir de los resultados y de la figura 3.1 se deduce que la mayor concentración de álcalis con respecto al sílice la presentan las muestras de trasarco, luego las lavas orientales de arco y por último las del frente volcánico. Si bien la pendiente es mayor en el caso de las muestras de arco orientales, el coeficiente de posición de -9,573 de las muestras de trasarco, demuestra que estas tienen un contenido de álcalis mayor.

Con respecto a las muestras pliocenas-pleistocenas, se observa que existen lavas similares a los tres casos descritos anteriormente, algunas muestran una concentración de álcalis de trasarco, mientras que la mayoría presentan un comportamiento similar a las lavas de arco.

3.2 Diagrama AFM

Se presentan tanto muestras calcoalcalinas como toleíticas (figura 3.2). En el caso del grupo pleistoceno-holoceno dominan las muestras toleíticas, mientras que para las plio-pleistocenas no se observa un dominio claro.

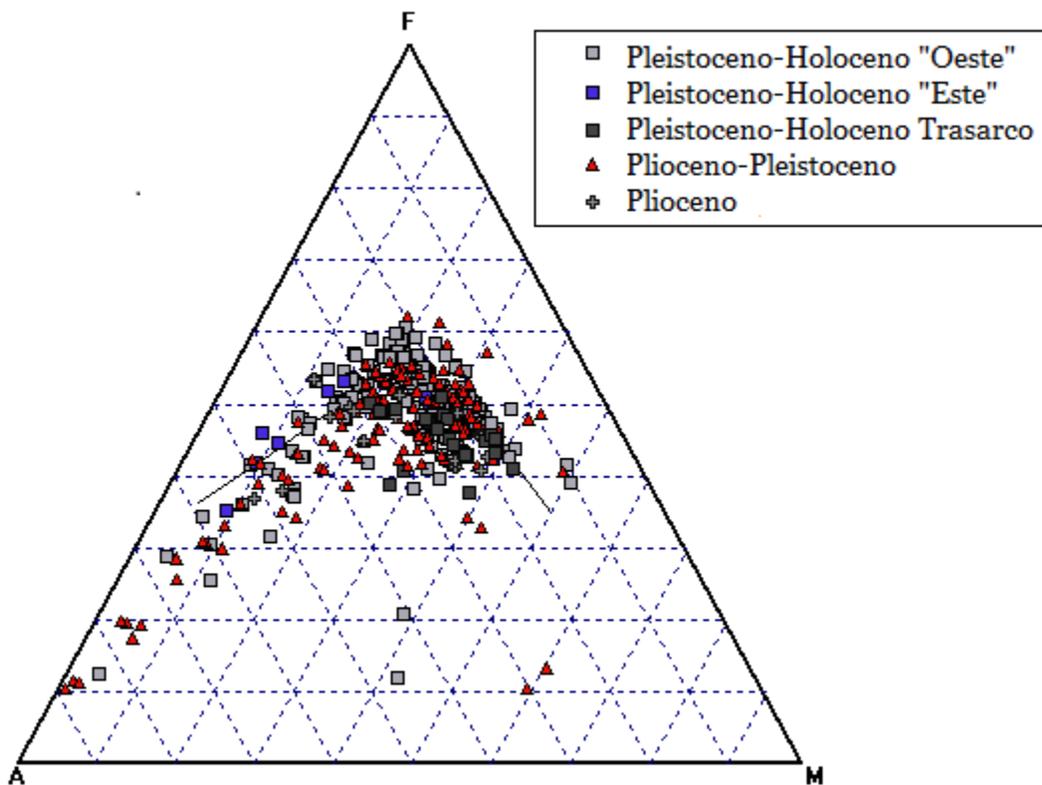


Figura 3.2: Diagrama AFM (Irvine y Baragar, 1971) de las muestras volcánicas, desde el Plioceno hasta el Holoceno de la zona de estudio.

4 Elementos Traza

4.1 Diagramas Spider

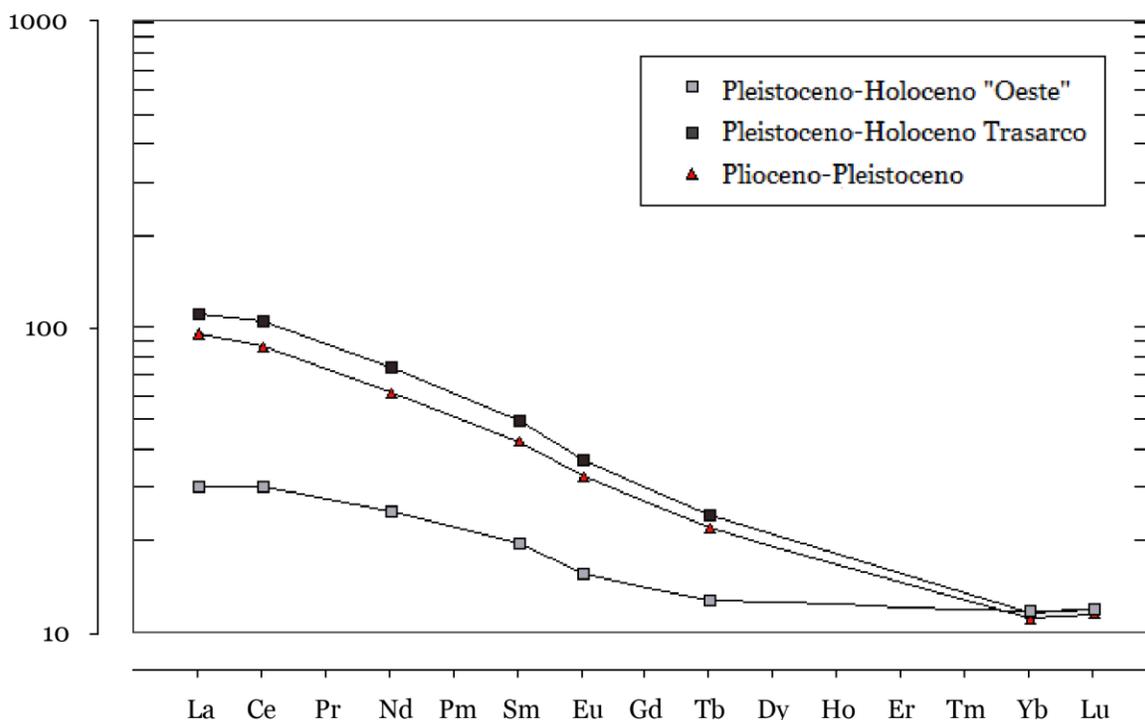


Figura 4.1: Diagrama Spider normalizado al Condrito (Sun y McDonough, 1989) de las muestras estudiadas.

Para el diagrama Spider de las muestras estudiadas (figura 4.1), solo se consideraron los grupos Pleistoceno-Holoceno "Oeste", Pleistoceno-Holoceno Trasarco y Plioceno-Pleistoceno, debido a la falta de muestras con concentraciones de tierras raras de los dos grupos restantes. En el caso de los tres grupos considerados en el diagrama se utilizaron las concentraciones de un basalto primitivo (tabla 4.1) para la realización de este. La utilización de basaltos primitivos permite comparar muestras similares ya que han sufrido pocos procesos de diferenciación. La tabla 4.2 muestra los valores utilizados para la normalización (Sun y McDonough, 1989).

Tabla 4.1: Muestras utilizadas en el diagrama Spider. Para información sobre las concentraciones, ver Anexos (Tablas 10.1, 10.3 y 10.4).

Grupo	Muestra utilizada
Pleistoceno-Holoceno “Oeste”	V2-4
Pleistoceno-Holoceno Trasarco	TC-50
Plioceno-Pleistoceno	TC-61

Dejando de lado las mayores o menores concentraciones, los patrones de tierras raras son similares. En general son planos, y no presentan anomalías importantes. La mayor concentración de tierras raras livianas la presenta la muestra de trasarco. Además, se observa que la muestra plio-pleistocena se asemeja más a la de trasarco que a la muestra occidental. En el primer caso las concentraciones de tierras raras livianas están enriquecidas hasta 100 veces con respecto al condrito, mientras que en el caso de la muestra Pleistocena-Holocena “Oeste” el enriquecimiento es de 30 veces aproximadamente. Las tres lavas tienen concentraciones de tierras raras pesadas enriquecidas 10 veces con respecto al condrito. Hay que considerar que la roca plio-pleistocena corresponde a una lava oriental encontrada a más de 330 Km de la fosa.

Tabla 4.2: Concentraciones (en ppm) del Condrito utilizadas para la normalización (tomados de Sun y McDonough, 1989).

Elemento	Concentración (ppm)
La	0,237
Ce	0,612
Pr	0,095
Nd	0,467
Sm	0,153
Eu	0,058
Gd	0,2055
Tb	0,0374
Dy	0,254
Ho	0,0566
Er	0,1655
Tm	0,0255
Yb	0,17
Lu	0,0254

4.2 Diagramas de Razones de Elementos Traza

Para los siguientes diagramas solo se utilizan las muestras con valores de SiO_2 igual o inferior a 55% de las tablas 10.1, 10.3 y 10.4, debido a que las muestras diferenciadas presentan un comportamiento distinto. Además para las figuras presentadas en esta sección solo se muestran tres de los cinco grupos descritos en las secciones anteriores de geoquímica; los grupos Pleistoceno-Holoceno “este” y Plioceno no fueron tomados en consideración porque muy pocas muestras presentan datos sobre los elementos traza utilizados.

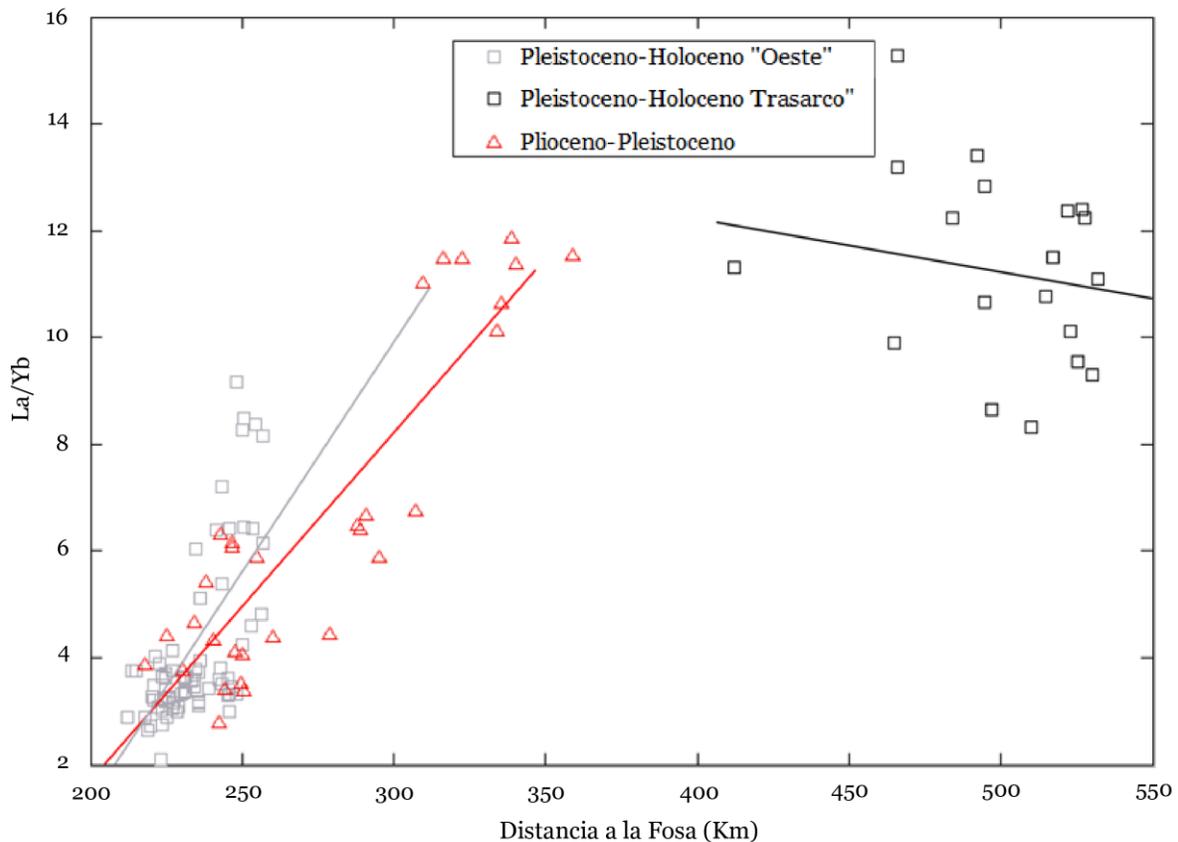


Figura 4.2: Diagrama La/Yb en función de la distancia a la fosa de las muestras. Se presentan las regresiones lineales para los tres casos estudiados. La razón La/Yb aumenta al alejarse de la fosa en los casos Pleistoceno-Holoceno “oeste” y Plioceno-Pleistoceno, mientras que disminuye levemente en el caso Pleistoceno-Holoceno Trasarco.

Las lavas plio-pleistocenas muestran un descenso en el valor de la razón La/Yb al alejarse de la fosa, patrón similar al que exhiben las muestras de arco pleistocenas-holocenas (figura 4.2). Esta razón está relacionada a un aumento en las Tierras Raras Livianas con respecto a las Pesadas, debido a menores grados de fusión parcial al alejarse de la fosa. Las muestras de trasarco presentan un patrón totalmente

diferente al mencionado anteriormente, presentando contenidos muy elevados de La/Yb, asociado a menores grados de fusión parcial.

Las regresiones lineales para cada caso, mostradas en la figura 4.2, son las siguientes:

Pleistoceno-Holoceno "oeste": $y = 0,085x - 15,935$ $R^2 = 0,421$

Plioceno-Pleistoceno: $y = 0,066x - 11,619$ $R^2 = 0,797$

Pleistoceno-Holoceno Trasarco: $y = -0,009x + 16,002$ $R^2 = 0,099$

Dentro de las muestras plio-pleistocenas estudiadas, con concentraciones de elementos traza determinadas, la mayoría presentan signatura de arco (figura 4.3 y 4.4). Incluso existen muestras ubicadas a 338 km de la fosa que representarían volcanismo de arco. Aun así en el diagrama La vs La/Nb (figura 4.3) cinco muestras plotean en el campo del trasarco, y tres en el caso del diagrama La/Ta vs Ba/Ta (figura 4.4).

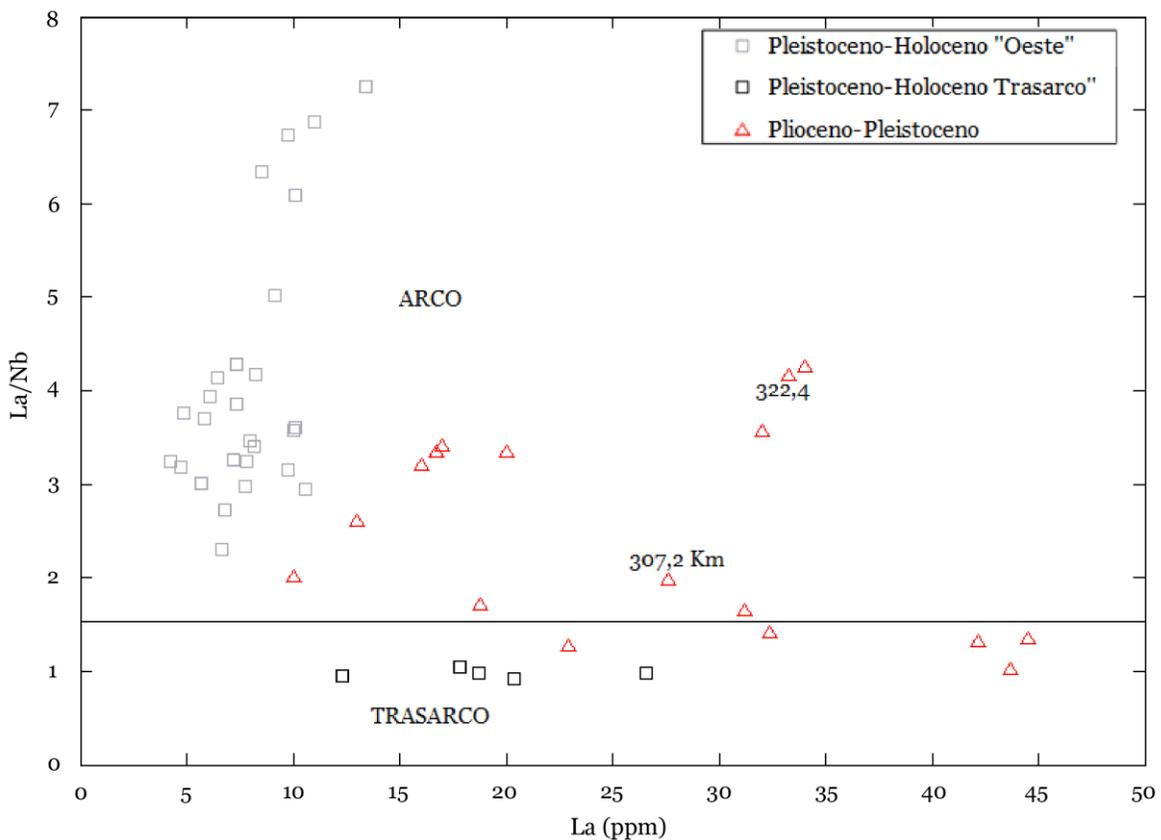


Figura 4.3: Diagrama La vs La/Nb. Muestras con una valor de La/Nb mayor a 1,5 presentan afinidad de arco, si esta razón es menor al valor señalado las rocas se encuentran en el campo de afinidad de trasarco. Se destacan dos muestras con afinidad de arco, TC-78 y TC-6 (ambas del Complejo Volcánico Rahue), que se encuentran a 322,4 y 307,2 Km de la fosa.

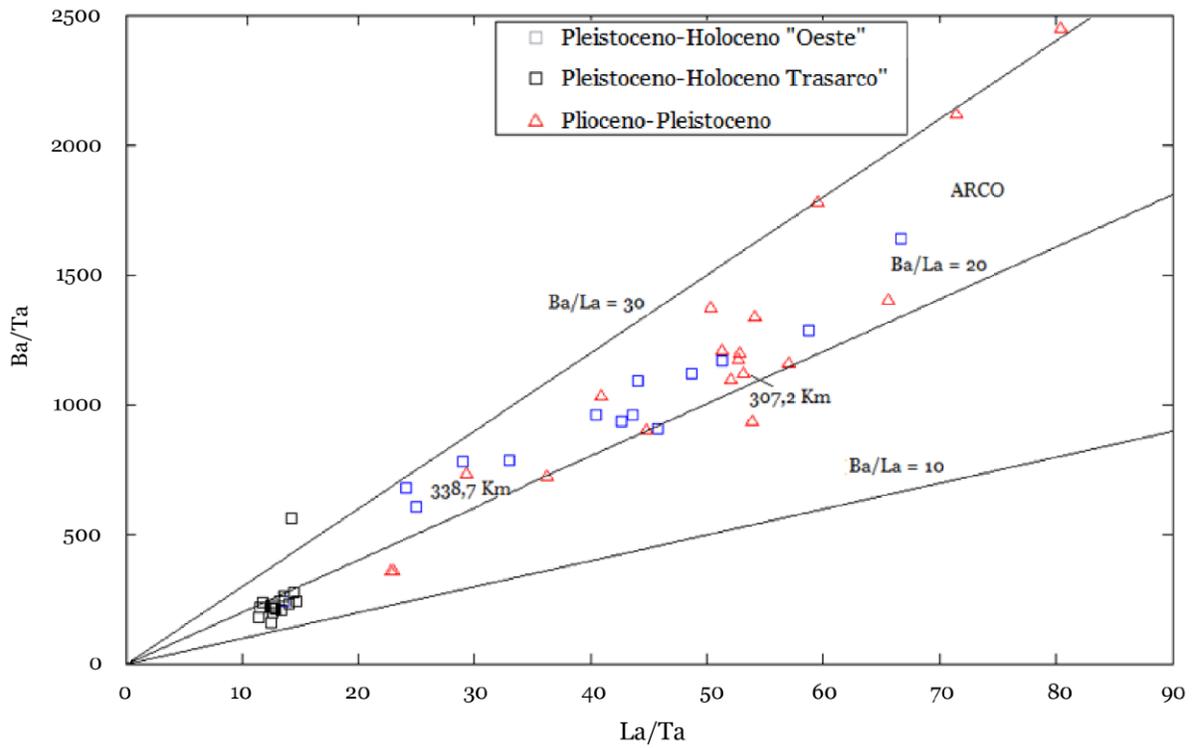


Figura 4.4: Diagrama La/Ta vs Ba/Ta. El campo de muestras con afinidad de arco corresponde al encerrado por las rectas Ba/La = 30 y Ba/La = 20. Se destacan dos muestras dentro de este campo, TC-61 (Complejo Volcánico Pino Hachado) y nuevamente TC-76. La primera se encuentra a 338,7 Km de la fosa.

5 Modelamiento de Procesos de Fusión Parcial

La modelación de las lavas estudiadas se realizó con el programa Arc Basalt Simulator (ABS) versión 3.10. de Kimura et al. (2009, 2010). El ABS calcula modelos de balance de masa para los elementos traza y las composiciones isotópicas de basaltos de arco, utilizando valores asumidos de parámetros introducidos por el usuario (corteza oceánica alterada, sedimentos, manto), condiciones P-T locales del slab de Syracuse et al. (2010), partición de elementos traza dependientes de la temperatura de Kessel et al. (2005), la historia integrada de deshidratación del slab de van Keken et al. (2011), y fusión del manto basada en PMELTS de Katz et al. (2003).

5.1 Antecedentes

La concentración de un elemento en particular en una lava erupcionada en una zona de subducción como las encontradas en la zona de estudio, depende de procesos de fusión parcial y cristalización fraccionada; por lo tanto, el estudio de la geoquímica de las rocas permite determinar ciertas características de los procesos mencionados (Pearce y Parkinson, 1993).

La distribución de elementos traza entre fases puede ser descrita por un coeficiente de partición (McIntire, 1963). El también llamado coeficiente de distribución de Nernst se define por la fórmula 5.1.

$$K_d = \frac{c_{\text{elemento}}^{\text{mineral}}}{c_{\text{elemento}}^{\text{fundido}}} \quad (5.1)$$

Un coeficiente de partición igual a 1,0 indica que el elemento se distribuye igualitariamente entre el mineral y el fundido; un valor superior a 1,0 indica que el elemento tiende a concentrarse en la fase sólida; mientras que un elemento con un coeficiente inferior a 1,0 tenderá a concentrarse en la fase fundida.

Además es posible definir un coeficiente de partición global de un elemento en una roca. Este es igual a la suma de los coeficientes de partición asociados a cada mineral, ponderado por la proporción en que participan las fases en un determinado proceso (fórmula 5.2).

$$D_i = \sum_{j=1}^N x_j (k_d)_i^j \quad (5.2)$$

Con respecto a la fusión parcial, que será el foco de estudio en esta sección, se suelen describir dos miembros extremos de este proceso detalladas a continuación (Rollinson, 1993).

5.1.1 Fusión en equilibrio

Formación de un fundido que se encuentra continuamente reaccionando y reequilibrándose con el sólido residual, hasta que se presenten las condiciones mecánicas que permitan al líquido escapar.

La concentración de un elemento traza en el fundido (C_L) se relaciona con la concentración inicial de la fuente (C_0) a partir de la fórmula 5.3.

$$\frac{C_L}{C_0} = \frac{1}{D+F(1-D)} \quad (5.3)$$

Y la concentración del elemento traza en el residuo (C_S) se obtiene a partir de la fórmula 5.4.

$$\frac{C_S}{C_0} = \frac{D}{D+F(1-D)} \quad (5.4)$$

Donde D es el coeficiente de distribución global del elemento y F es el grado de fusión parcial en peso. Existe una formulación más compleja presentada en la fórmula 5.5.

$$\frac{C_L}{C_0} = \frac{1}{D_0+F(1-P)} \quad (5.5)$$

Donde D_0 es el coeficiente de distribución global al inicio de la fusión y P es el coeficiente de distribución global de los minerales que participan de la fusión.

5.1.2 Fusión Fraccional

En este caso, también conocido como fusión de Rayleigh, solo una pequeña cantidad de fundido se produce y es instantáneamente aislado de la fuente; por lo tanto no hay reacción alguna con la fase residual.

La concentración de un elemento traza en el fundido (C_L) se relaciona con la concentración inicial de la fuente (C_0) a partir de la fórmula 5.6.

$$\frac{C_L}{C_0} = \frac{1}{D_0} \left(1 - \frac{PF}{D_0}\right)^{\left(\frac{1}{P}-1\right)} \quad (5.6)$$

Donde D_0 es el coeficiente de partición global al inicio de la fusión, P es el coeficiente de distribución global de los minerales que participan en la fusión y F es el grado de fusión parcial. Mientras que la concentración de un elemento traza en el sólido residual se obtiene a partir de la fórmula 5.7.

$$\frac{C_S}{C_0} = \frac{1}{1-F} \left(1 - \frac{PF}{D_0}\right)^{\left(\frac{1}{P}\right)} \quad (5.7)$$

Este tipo de fusión es el que utiliza el programa Arc Basalt Simulator para realizar la modelación del magma.

5.2 Determinación de muestra primitiva

Como primer paso, es necesario determinar la muestra primitiva de las poblaciones estudiadas, debido a que ella corresponde a una roca que ha sufrido pocos procesos de diferenciación, y por lo tanto, entrega mayor información sobre la fuente. Una muestra primitiva debe tener concentraciones bajas de SiO₂, alto número magnésico y altas concentraciones de Ni y Cr. La tabla 5.1 expone las muestras elegidas para realizar la modelación de fusión parcial tanto para el volcanismo plio-pleistoceno, como el pleistoceno-holoceno. Además de ser primitivas, las dos muestras plio-pleistocenas tienen afinidad de arco según los diagramas mostrados en la sección 4.2.

Tabla 5.1: Datos de muestras primitivas utilizadas en la modelación.

Muestra	Edad	Distancia a la Fosa (Km)	SiO₂ (%)	Número Magnésico 100(MgO/(Fe₂O₃ + FeO))	Cr (ppm)	Ni (ppm)
LELo80710-2 Paraíso	Pleistoceno (570 ± 20 ka)	246,7	51,03	63	47	17
TC-61 Pino Hachado	Pleistoceno (1,4 ± 0,2 Ma)	338,7	49,51	78	236	120
PU0203 Puyehue	Holoceno (13 ± 2 ka)	256,2	48,24	149	689	336
V2-4 Villarrica	Pleistoceno Superior-Holoceno (<100ka)	265,3	51,97	78	333	102
TC-50 Laguna Blanca	Holoceno	386,2	50,72	89	199	68

La elección de la muestra a modelar muchas veces es un problema, debido a la dificultad para encontrar una roca realmente primitiva, que no haya sufrido procesos de diferenciación, los cuales contaminan el magma que se generó a partir de la fusión parcial del manto. Como puede observarse en la tabla 5.1, la muestra del volcán Puyehue es la más primitiva de todas las lavas modeladas; valores muy altos de Cr y Ni, y un número magnésico muy superior a 100 lo comprueban. Por lo tanto, en este caso la modelación será más efectiva, ya que se puede decir con mayor seguridad que esa muestra ha sufrido muy pocos procesos de diferenciación. En el caso de las otras cuatro muestras estudiadas, la incertidumbre es mayor. Aun así, se eligieron las muestras más primitivas dentro de todas las estudiadas para los distintos casos, por lo que se espera que los resultados sean adecuados.

5.3 Datos utilizados en la Modelación

Las composiciones de las fuentes utilizadas para la modelación se detallan en la tabla 5.2. Se utilizaron las siguientes condiciones para el modelo: Composición del manto según Workman y Hart (2005) por ser la más moderna y completa de las tres opciones entregadas por el ABS y la misma utilizada por Jacques et al. (2013) en la zona volcánica sur entre los 34,5° y 38°S; se utiliza un manto empobrecido por que se asume que la subducción ha estado ocurriendo por un largo periodo de tiempo, por lo que la fuente original ha pasado por varios procesos de fusión parcial. Camino P-T según la zona de subducción 17 que corresponde al sur de Chile. Factor T de 1,2 según lo recomendado por Kimura y Stern (2011); este valor permite ajustar la temperatura de la superficie del slab para todas las profundidades. Curva del solidus de Hermann y Spandler (2008) para solidus saturados en agua (Kimura y Stern, 2011). 60% de sedimento, 40% de corteza oceánica alterada y 0% de manto empobrecido MORB como fracciones de fluido, cálculos de Jacques et al. (2013). Factor de reacción igual a cero, valor recomendado por Kimura y Stern (2011); este factor tiene relación con reacciones que pueden ocurrir en el manto que produzcan efectos sobre el fluido derivado del slab, un factor de reacción igual a cero significa que no hay reacción, por lo que el fluido que llega a la zona de fusión del manto solo tiene signatura del slab. Valor de porosidad igual a 1 (Kimura y Stern, 2011). Y por último, se utiliza un 90% de agua en el fluido (Manning, 2004).

Además se detallan las composiciones de las muestras modeladas (tabla 5.3). La mayoría de estas muestras no presentan las concentraciones de todos los elementos que utiliza el programa para la modelación del magma; esto es otro dato que debe considerarse ya que al trabajar con menos elementos, el resultado tiene un mayor error asociado. La única muestra con todos los datos coincide con la lava más

primitiva, en consecuencia se concluye que la muestra del volcán Puyehue tendrá los resultados más exactos.

Tabla 5.2: Composiciones de Sedimento (SED), Corteza Oceánica Alterada (AOC) y Manto Empobrecido MORB (DMM) usadas para los cálculos del ABS. Valores tomados de Jaques et al. (2013).

Elemento	AOC	SED	DMM
Rb	13,7	44,7	0,05
Ba	15,6	1238	0,563
Th	0,17	5,7	0,0079
U	0,39	3,21	0,0032
Nb	2,89	4,63	0,1485
Ta	0,21	0,35	0,0096
K	5146,9	17483	80
La	3,4	13,5	0,192
Ce	11,4	32,4	0,55
Pb	0,44	17,5	0,018
Pr	2,06	3,93	0,107
Sr	109,86	257	7,664
Nd	11,3	16,3	0,581
Sm	3,95	3,65	0,239
Zr	112	123	5,082
Hf	3,07	3,4	0,157
Eu	1,34	0,91	0,096
Gd	5,55	3,51	0,358
Tb	1,01	0,55	0,07
Dy	6,56	3,32	0,505
Y	40,7	18,1	3,2
Ho	1,43	0,67	0,115
Er	4,09	1,88	0,348
Tm	0,62	0,29	0,055
Yb	4,02	1,87	0,365
Lu	0,64	0,3	0,058
⁸⁷Sr/⁸⁶Sr	0,70477	0,70564	0,70270
¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd	0,51315	0,51267	0,51310
²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb	18,5400	18,7100	17,9400
²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb	15,4500	15,6300	15,4630
²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb	37,7000	38,6500	37,8000

Tabla 5.3: Composiciones de las cinco muestras primitivas modeladas con el programa Arc Basalt Simulator versión 3.10.

Muestra	LELo80710 -2 Paraíso	TC-61 Pino Hachado	PU0203 Puyehue	V2-4 Villarrica	TC-50 Laguna Blanca
SiO₂	51,03	49,51	48,24	51,97	48,83
TiO₂	1,11	1,65	0,68	0,98	1,45
Al₂O₃	17,24	16,15	14,02	16,9	16,72
Fe₂O₃	9,91	9,75	10,93	9,51	9,27
MgO	6,14	7,63	16,33	7,4	8,27
CaO	9,91	8,83	8,01	9,81	8,58
Na₂O	2,98	3,68	2,16	2,92	3,24
K₂O	0,68	1,54	0,30	0,58	2,42
Total	99,16	98,74	99,60	100,10	98,80
Rb	7	39	7	12,9	92
Ba	173	570	110	182	1040
Th		2,1	0,78	1,3	3,8
U			0,26		
Nb	2	18	1,9	1,9	27
Ta		0,78	0,05		1,86
K	5645	12784	2490	4815	20090
La	13,42	22,9	6,41	7,32	26,6
Ce	27,8	53,8	13,9	18,7	64,7
Pb			30		
Pr	3,74		1,75		
Sr	458	790	310	439	830
Nd	15,8	28,9	8,52	11,9	35
Sm	4,2	6,59	2,26	3,05	7,68
Zr	118	193	59	84	272
Hf		4	1,5	2	5,4
Eu	1,34	1,92	0,829	0,92	2,16
Gd	4,15		2,25		
Tb	0,67	0,84	0,39	0,49	0,93
Dy	3,91		2,34		
Y	24,225	25	12,7	19,5	21
Ho	0,89		0,49		
Er	2,44		1,42		
Tm			0,22		
Yb	2,22	1,93	1,33	2,04	2,03
Lu	0,34	0,3	0,2	0,31	0,31

5.4 Resultados

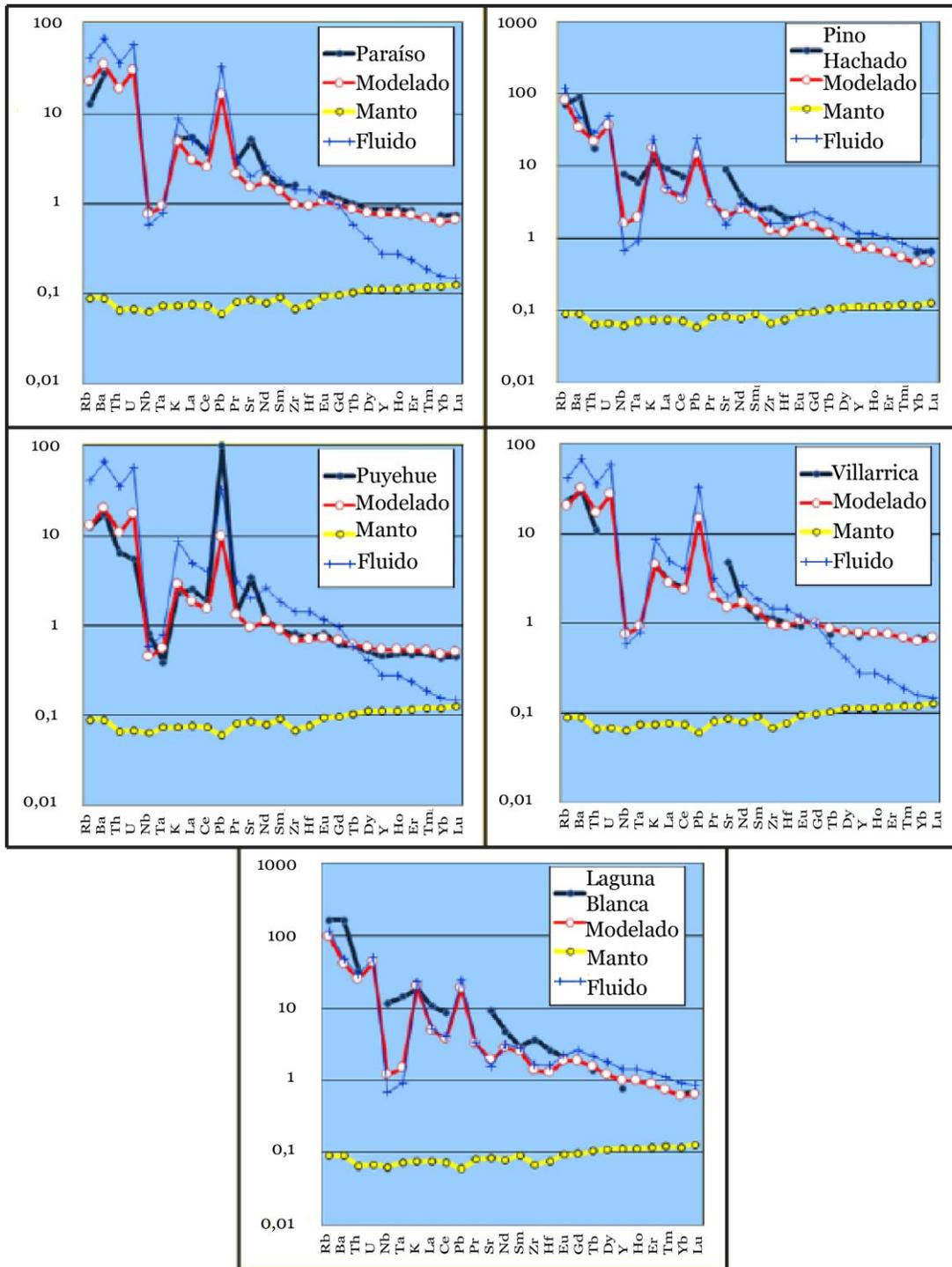


Figura 5.1: Mejores ajustes para las modelaciones de fusión parcial de las cinco muestras estudiadas. Gráficos editados a partir de los entregados por el programa Arc Basalt Simulator versión 3.10. Las líneas azules con puntos azules muestran las concentraciones de cada muestra (tabla 5.3); las amarillas representan la composición de la fuente mantélica peridotítica; las rojas corresponden al mejor ajuste encontrado para cada caso, es decir son las concentraciones modeladas; y por último las líneas azules con cruces muestran las composiciones del fluido generado al deshidratar el slab.

Los resultados obtenidos para las modelaciones se detallan en la tabla 5.4 para cada uno de los mejores ajustes encontrados (figura 5.1) utilizando el *autofitting* facilitado por el programa. Este método permite que el computador automáticamente elija el mejor ajuste. El usuario entrega valores límites de presión, temperatura, empobrecimiento, y % de fluido. El computador itera entre estos valores límite, y encuentra todos los ajustes con un error asociado menor al entregado por el usuario. Para cada modelación se comenzó con los siguientes límites: Presión de deshidratación del slab entre 0,5 y 6 GPa; empobrecimiento del manto entre 0 y 25%; presión, temperatura y porcentaje de fluido para fundir el manto entre 1 y 3 Gpa, 1000 a 1450°C y 0 a 30% respectivamente. Todos estos límites recomendados por Kimura y Stern (2011). Además se utilizan errores asociados del 30% en la caso de las LREE y HREE, y 80% para los HFSE y LILE. A partir de los resultados obtenidos fue posible ir acotando los límites, y disminuyendo el error asociado. Este proceso se realizó la cantidad de veces que fuera necesario hasta encontrar el ajuste con el menor error posible.

Tabla 5.4: Resumen de resultados obtenidos para las modelaciones realizadas con Arc Basalt Simulator 3.10. La profundidad es calculada por el software a partir de la presión de deshidratación del slab. En todos los casos el empobrecimiento de la fuente fue de un 0%.

Muestra	Slab P (Gpa)	Slab T (°C)	Profundidad (Km)	P (GPa)	T(°C)	X liq (%)	F (%)
Pino Hachado	5	1063	165	2	1200	5	1,5
Villarrica	2,7	894	89	1,4	1190	7,5	7
Laguna Blanca	6	1101	198	1,6	1100	10	1,3
Puyehue	2,7	894	89	1,3	1240	9	15,7
Paraiso	2,7	894	89	1,5	1190	8	6,3

Los resultados obtenidos con la modelación (tabla 5.4) sugieren que la fuente que generó los 5 magmas estudiados correspondería a una lherzholita de espinela (figura 5.2). La fusión del manto en el caso de las muestras de Pino Hachado y Laguna Blanca, encontradas más alejadas de la fosa, ocurrió a una mayor presión que en el caso de las muestras del frente volcánico. Los resultados obtenidos para las tres muestras del frente son similares; presión de deshidratación del slab igual a 2,7 GPa en los tres casos, presión y temperatura de fusión del manto entre 1,3 y 1,5 Gpa y 1190 y 1240°C respectivamente.

Por otro lado, el porcentaje de fusión parcial disminuye al alejarse de la fosa. Para las tres muestras que se encuentran en el frente volcánico la fusión parcial es superior al 6%, mientras que para la muestra de Pino Hachado es de solo un 1,5% y un 1,3% para la muestra del trasarco.

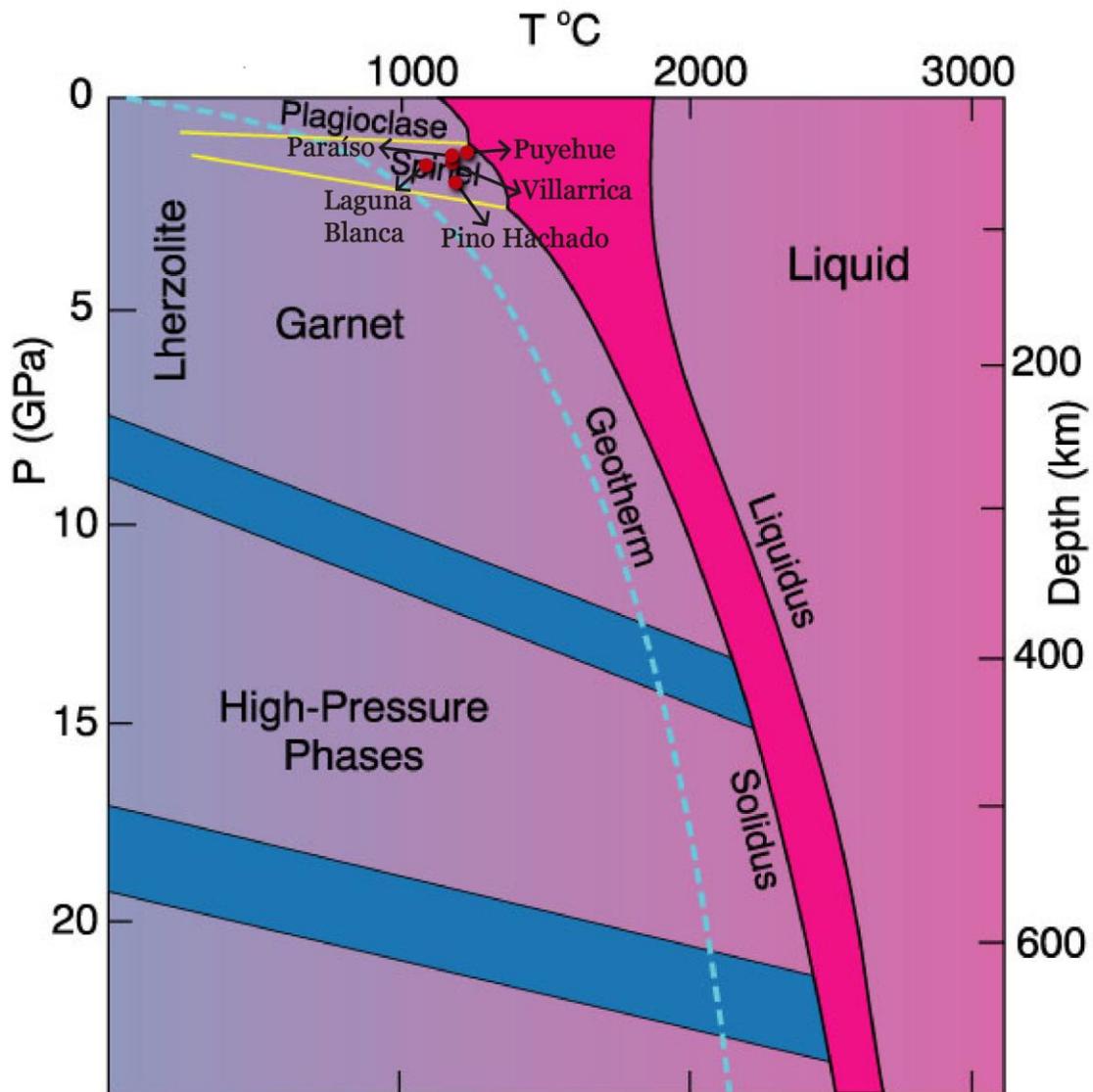


Figura 5.2: Transiciones de fase en un manto lherzólítico anhidro. Modificado a partir de Willie (1981). Se destacan con un círculo rojo las condiciones a las que se generó la fusión parcial de las cinco muestras estudiadas en base a los resultados obtenidos en el ABS.

6 Discusiones

El arco volcánico del periodo Plioceno-Pleistoceno medio presenta un ancho mayor al arco actual entre los 38° y 42° de la zona volcánica sur de los Andes, conservando el mismo frente. Lavas pliocenas-pleistocenas, emitidas desde centros volcánicos que se encuentran a más de 330 km de la fosa, presentan afinidad de arco (figuras 4.3 y 4.4), además de tener una variación de su razón La/Yb con respecto a la distancia a la fosa similar a las muestras Pleistocenas-Holocenas de arco, y muy distinta a las muestras de trasarco (figura 4.2). En esta sección se busca discutir en detalle la química de estas rocas, y compararlas con las rocas del volcanismo actual en la zona; además de proponer mecanismos que pudieron generar este cambio en el ancho del arco como también en la productividad volcánica.

6.1 Geoquímica

Los datos geoquímicos disponibles muestran que, en las rocas pliocenas-pleistocenas, predominan las lavas básicas, especialmente las andesitas basálticas, aunque cubren un amplio espectro composicional. En general las muestras presentan bajo contenido de álcalis, exceptuando algunas muestras que siguen un trend con un contenido mayor, similar al que presentan las rocas de trasarco (figura 3.1). También puede observarse un tercer trend, con contenidos de álcalis intermedios, que es similar al que muestran las rocas orientales del arco actual (ej. Lanín). Las muestras que presentan mayor contenido de álcalis corresponden principalmente a las lavas de la Asociación Volcánica de la Precordilera Oriental, ubicado en el sector del arco volcánico más alejado de la fosa (figura 2.2). Todo esto puede sugerir que las rocas más orientales representarían un volcanismo de transición intra-tras-arco como lo propuso Muñoz y Stern (1985, 1988, 1989), ya que se presentan muestras tanto con afinidad de arco como de trasarco muy cerca una de la otra (figuras 4.3 y 4.4). Además, se presentan tanto muestra toleíticas como calcoalcalinas (figura 3.2).

La mineralogía de las muestras está caracterizada por olivino, clinopiroxeno, plagioclasa cálcica y en menor medida magnetita; estos minerales constituyen fases comunes inmersas en una masa intersertal o intergranular que representa el 55 y 85% de las secciones (Lara et al., 2001).

Por otro lado, el patrón de tierras raras es plano, sin anomalías importantes (figura 4.1). La lava plio-pleistocena se encuentra a más de 330 Km de la fosa; de acuerdo a la modelación de fusión parcial realizada, el grado de fusión parcial del manto para generar esta muestra fue del 1,5%, cercano al 1,3% de la muestra de trasarco (tabla

5.4). Estos bajos grados de fusión parcial pueden explicar por qué el patrón de tierras raras de ambas muestras es similar, con concentraciones de tierras raras livianas enriquecidas aproximadamente 100 veces con respecto al condrito.

6.2 Variación La/Yb Oeste-Este

Si se asume que la composición de la fuente es relativamente homogénea, la razón La/Yb refleja el grado de fusión parcial (aumenta al disminuir el grado de fusión parcial) (ej. Shaw et al., 2003); por lo tanto aumenta al alejarse de la fosa, ya que el grado de fusión parcial disminuye al alejarse de ésta.

Este trend se observa claramente en la figura 4.2, donde además se muestra que las rocas de trasarco presentan una distribución totalmente distinta de su razón La/Yb. El hecho de que las muestras pliocenas-pleistocenas sigan un trend similar a las del volcanismo actual es una de las razones que permiten concluir que tienen una afinidad de arco.

La pendiente de la regresión obtenida con las muestras pleistocenas-holocenas “oeste” (0,85) es superior a la pliocena-pleistocena (0,66), sugiriendo un mayor aumento de la razón La/Yb al alejarse de la fosa en el primer caso. A partir de esto se deduce que el porcentaje de fusión parcial disminuye más lentamente al alejarse de la fosa en el caso del volcanismo plioceno-pleistoceno que en el volcanismo actual, probablemente asociado a una liberación de fluidos más paulatina. Este fenómeno podría explicar por qué es posible generar magmas de arco a más de 330 Km de la fosa.

6.3 Grado de Fusión Parcial

Según los resultados obtenidos en la modelación de fusión parcial (tabla 5.4), se desprende que las muestras más alejadas de la fosa provienen de un magma que se generó con una fusión parcial menor que las muestras del frente volcánico. La muestra del complejo volcánico Pino Hachado se generó con una fusión parcial de solo un 1,5%, y un 1,3% en la muestra de Laguna Blanca, que corresponde a volcanismo de trasarco Holoceno.

La muestra del complejo volcánico Pino Hachado es la más interesante para los fines de este trabajo, ya que se busca determinar qué condiciones se necesitan para generar magmas con afinidad de arco a más de 300 km de la fosa. Los resultados obtenidos en el ABS sugieren que la deshidratación del slab y consecuente liberación

de los fluidos se produjo a 5 GPa, lo que corresponde a una profundidad de 165 Km y una temperatura de 1063°C, resultados que parecen acordes a la ubicación geográfica de la muestras; es decir, para que se encuentren lavas tan alejadas de la fosa, es necesario que la liberación de los fluidos se produzca a una gran profundidad, considerando la pendiente del slab. Por otro lado, la fusión del manto se habría generado a 2 GPa y 1200°C, esto implica que la fuente corresponde a una lherzolita de espinela (figura 5.2). Además la fuente requirió una adición de fluidos del 5% para generar la fusión. Con estas condiciones se produjo un 1,5% de fusión de la fuente.

Realizando una comparación entre los volcanismos de ambos periodos en el frente volcánico, una muestra del volcán Puyehue se habría generado con un 15,7% de fusión parcial, y un 7% en el caso del volcán Villarrica; en el caso de la muestra del volcán Paraíso correspondiente al periodo Plioceno-Pleistoceno el grado de fusión parcial habría sido de un 6,3%, valor muy similar al Villarrica. Las tres muestras se encuentran a una distancia similar de la fosa, entre 245 y 265 Km de ella.

La gran diferencia en los valores obtenidos para el Villarrica y el Puyehue, pueden deberse a falta de datos geoquímicos en las muestras. Si bien la muestra del Puyehue es bastante primitiva, no ocurre lo mismo en el caso de la lava del volcán Villarrica, por lo que es probable que esta última haya sufrido procesos de diferenciación que alteren los resultados. Además, no hay valores de muchos de los elementos con los que trabaja el Arc Basalt Simulator para el caso de la roca de Villarrica, lo que implica otro factor de incertidumbre en los resultados. Estos factores también afectan a las otras muestras estudiadas, exceptuando a la del Puyehue. A pesar de todos los errores asociados, pareciera haber un menor grado de fusión parcial en el frente volcánico en el caso del arco plioceno-pleistoceno, lo que concuerda con lo concluido en la sección 6.2, la liberación de los fluidos habría sido menos abrupta que en el volcanismo actual.

Con respecto a la fuente de los magmas, en el caso de las muestras del frente volcánico la fusión se produjo entre 1,3 hasta 1,5 GPa y 1190 hasta 1240°C. Estos valores de presión son muy inferiores a la presión a la que se generó la fusión parcial de la muestra de Pino Hachado, correspondiente a 2 GPa. Si comparamos la presión a la que se generó la liberación de fluidos desde el slab, la diferencia es más importante, 2,7 GPa para el caso de los volcanes del frente, 5 GPa para el complejo volcánico Pino Hachado, y llega a ser 6 GPa para las lavas de trasarco de Laguna Blanca.

6.4 Mayor ancho y productividad del arco plioceno-pleistoceno

Preliminarmente se sabe que la geometría de la zona de subducción y su evolución son controles principales en la distribución espacial y temporal de los arcos magmáticos; a su vez, hay cuatro factores principales que controlan la geometría de la zona de subducción: tasa de convergencia, dirección y velocidad absoluta de la placa superior, edad de la placa que subducta, y la subducción de *ridges* asísmico, *plateaus* oceánicos o cadenas de islas de montes submarinos de intraplaca (Cross y Pilger, 1982). La tabla 6.1 (de Cross y Pilger, 1982) resume como afectan estos factores y otros a la geometría de la zona de subducción, y la figura 6.1 lo muestra esquemáticamente.

Tabla 6.1: Factores que afectan la geometría de las zonas de subducción. Referencias: (1) Luyendyk, 1970; (2) Tovish y Schubert, 1978; (3) Cross y Pilger, 1978a; (4) Cross y Pilger, 1982; (5) Molnar y Sykes, 1969; (6) Isacks et al., 1968; (7) Morgan, citado en Deffeyes, 1972; (8) Hyndman, 1972; (9) Moberly, 1972; (10) Jordan, 1975; (11) Burchfiel y Davis, 1975; (12) Brewer et al., 1980; (13) Morgan, 1972; (14) Chase, 1978a; (15) Uyeda y Kanamori, 1979; (16) Kelleher y McCann, 1976, 1977; (17) Pilger, 1977, 1981; (18) Isacks y Barazangi, 1977; (19) Cross y Pilger, 1978b; (20) Molnar y Atwater, 1978; (21) England y Wortel, 1980; (22) DeLong y Fox, 1977; (23) Pilger y Henyey, 1979; (24) Truchan y Larson, 1973; (25) Karig et al., 1976; (26) Karig y Sharman, 1975; (27) Worzel, 1976; (28) Jacob et al., 1977; (29) James, 1972; (30) Dickinson, 1973.

Factor	Efectos Posibles	Ejemplos
Tasa de convergencia	Tasas aumentadas disminuyen el ángulo de la subducción, deprimen las isothermas y aumentan la distancia entre el arco y la fosa (1-4)	Cinturón volcánico Trans-Mexicano (3-5)
Velocidad absoluta de la placa superior	Aumento del movimiento hacia la fosa disminuye el ángulo de subducción. La separación arco-fosa puede aumentar o el arco se extingue y se genera uno nuevo a 600-1000 Km desde la fosa (3, 4, 8, 9)	Cinturón volcánico Trans-Mexicano vs Arco Centro Americano (3, 4, 5, 10)
Subducción de <i>ridges</i> asísmicos, <i>plateaus</i> oceánicos o cadenas de islas de montes submarinos de intraplaca	Reducción de la densidad promedio y consecuente buoyancia relativa de la litósfera reduce el ángulo de subducción. Ángulo de subducción muy bajo es común. El arco volcánico se extingue, pero se puede formar uno nuevo a 600-1000 Km de la fosa (4, 16, 17, 18)	<i>Ridges</i> asísmicos: Nazca y Cocos (4) Cadenas de montes submarinos de intraplaca: Juan Fernandez y Louisville <i>ridges</i> , y cadena de montes submarinos de Kodiak-Bowie (4)

Edad de la placa que subducta	La litósfera joven es relativamente buoyante y subducta con un ángulo bajo lo que causa que el volcanismo migre hacia la fosa, o cese completamente (4, 20-24)	Cinturón volcánico Trans-Mexicano (3-5, 24) Arco Andino (4) Arco de Sandwich
Acresión de sedimento en la fosa	Aplana la zona sísmica inclinada solo en niveles superficiales. Separación arco-fosa es aumentada por migración lateral de la fosa (25-28)	Arcos circumpacíficos y norte de India (25, 26, 28)
Duración de la subducción y edad del arco	Efectos aditivos de acresión, y depresión de las isothermas debido a la subducción prolongada de litósfera vieja aumentan la separación arco-fosa (29, 30)	Arcos circumpacíficos (3)

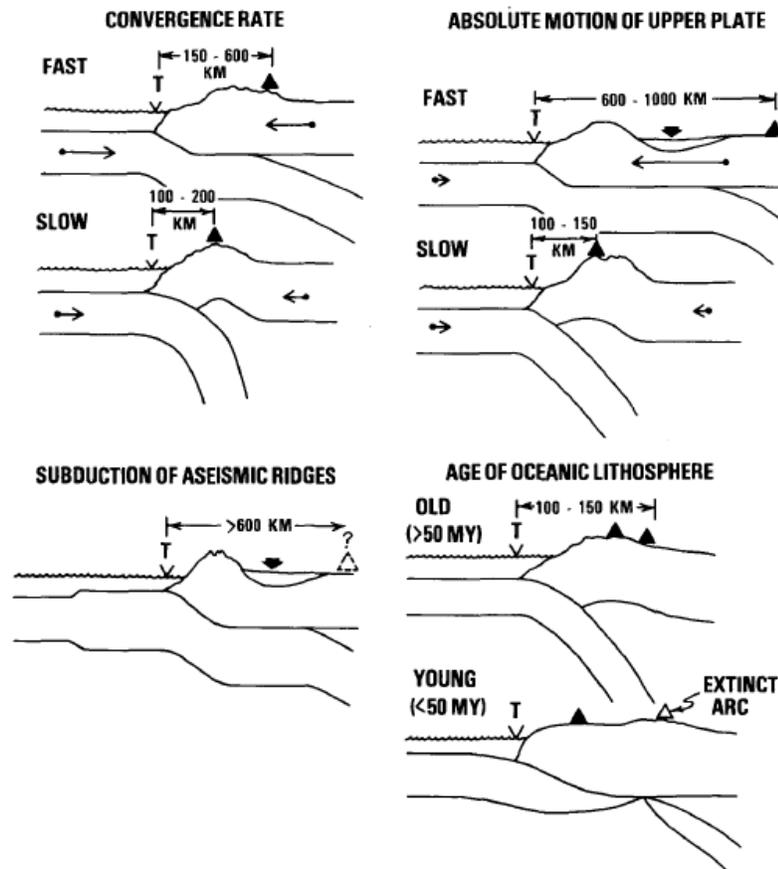


Figura 6.1: Ilustración esquemática de modelos de subducción de litósfera oceánica bajo litósfera continental, mostrando los efectos de los controles principales actuando independientemente. Triángulos negros indican la posición del arco volcánico, “T” indica la posición del eje de la fosa. Los largos de las flechas son proporcionales a la velocidad de las placas. Figura tomada de Cross y Pilger (1982).

Puede desprenderse que existen muchos factores que modifican el ángulo de subducción, lo que consecuentemente varía la posición del arco volcánico con respecto a la fosa. En el caso del factor velocidad de subducción específicamente, cabe destacar que al aumentar la velocidad de subducción, aumenta el radio de curvatura del slab, por lo que disminuye el ángulo con el que subduce el slab (Vogt et al., 2012) (figura 6.2).

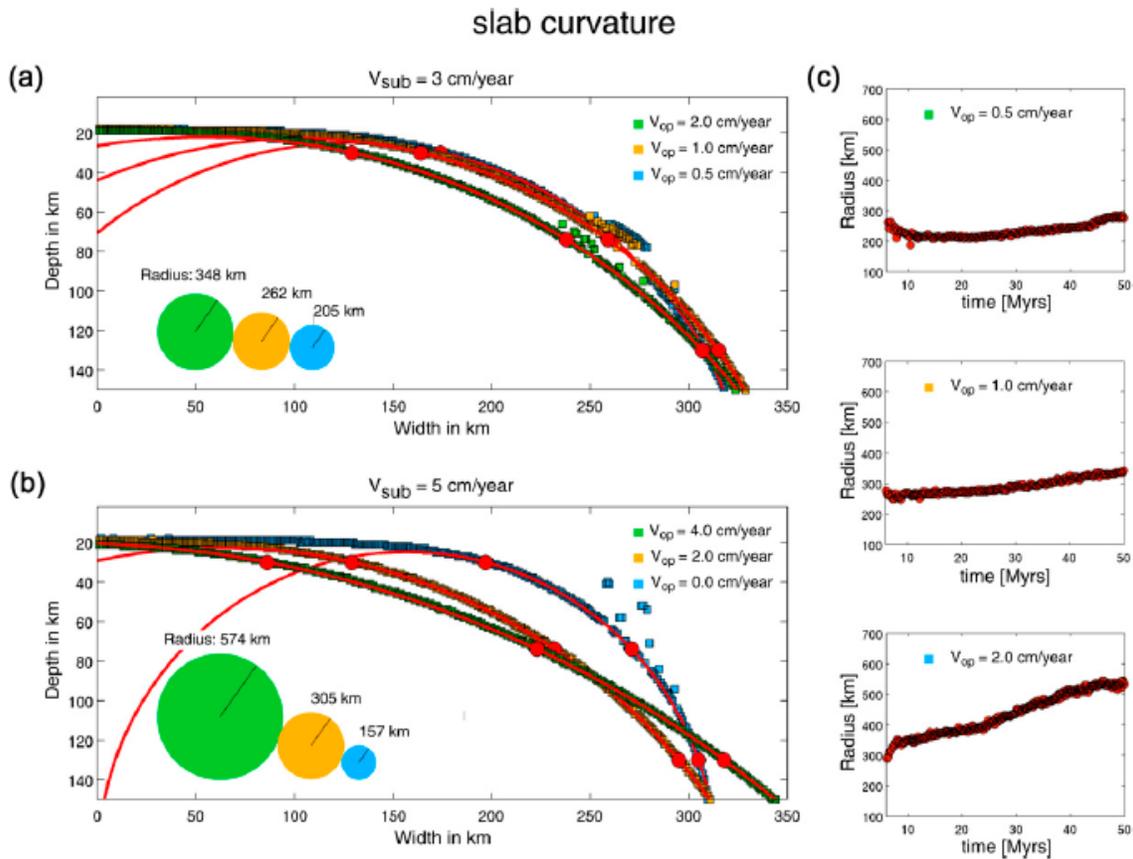


Figura 6.2: Radio de curvatura del slab después de 12 Ma para (a) velocidad de subducción lenta (3 cm/año) (b) rápida (5cm/año). Mientras mayor es la tasa de convergencia del slab, mayor es el radio de curvatura de este y por lo tanto el ángulo de subducción del slab es menor. (c) radio de curvatura del slab aumenta con el tiempo. Figura tomada de Vogt et al., 2012.

Antes Molnar et al. (1979) habían propuesto una relación empírica que relaciona la velocidad de subducción con la edad de la placa subductada y la longitud de la zona de Wadati-Benioff, a su vez proporcional al ancho del arco volcánico. La relación se muestra en la fórmula 6.1, donde L: Longitud de la zona sísmica, V: Velocidad de Subducción y T: Edad de la placa subductada.

$$L [km] = V [mm/año] \times T [Ma]/10 \quad (6.1)$$

Teniendo todo esto en consideración, una de las hipótesis que se propone es que a largo plazo los factores mencionados anteriormente efectivamente varían el ángulo de la subducción, pero en el corto plazo, como la transición Plioceno-Pleistoceno a Pleistoceno-Holoceno, se genera solamente un aumento en el ancho del arco volcánico como se observa en los Andes del sur entre los 38° y 42°S. Se sugiere que esto se debe a que con una mayor velocidad de subducción, la liberación de los fluidos es más progresiva (Sección 6.2 y 6.3), por lo que a mayor profundidad, y por lo tanto más alejados de la fosa, todavía hay fluidos en la placa oceánica, los que finalmente permiten generar magmas de arco más alejados del frente volcánico. De esta forma ocurriría que el frente se mantiene, pero el ancho del arco es distinto. En este caso existen datos que demuestran que a los 2-3 Ma la velocidad de subducción era de 9 cm/año (Engelbreton et al., 1986; DeMets et al., 1994) y ha llegado a ser de 7,9 cm/año (DeMets et al., 1994; Tamaki, 2000) o incluso 5-6 cm/año (Angermann et al., 1999) en el presente (figura 1.2). Según Lara y Folguera (2006) esta variación comenzó alrededor de los 1,6 Ma; si se tiene en consideración la inercia de la subducción, las variaciones que ocurren en el arco debido a un cambio en la velocidad de convergencia, podrían todavía estar en curso. A partir de la Fórmula 6.1 se deduce que este cambio en la velocidad de subducción implicaría una reducción máxima del arco de un 50%.

Un ejemplo similar ocurre en la región a lo largo de la fosa Centroamericana, donde la placa de Cocos subducta bajo la placa Norteamericana (figura 6.3). La tasa de convergencia aumenta de 5,5 cm/año a la derecha de la figura, hasta 7 cm/año a la izquierda, lo que implica un ángulo de subducción más bajo. Además la placa es más joven a la izquierda, lo que según la figura 6.1 también implicaría un ángulo de subducción menor. Observaciones de la distribución de sismos en la región apoyan esta predicción; la inclinación de la zona sísmica es más pronunciada bajo la placa del Caribe. Todo esto genera que el arco se encuentre más alejado de la fosa, y al parecer sea más ancho, donde la subducción de la placa de Cocos ocurre bajo la placa Norteamericana y esté más cerca donde la primera subducta bajo la placa del Caribe.

Cabe destacar que no se descarta que los otros procesos afecten al fenómeno que se observa en la zona, pero se propone, por todo lo recientemente discutido, que el factor principal en el estrechamiento del arco volcánico es la disminución en la velocidad de subducción que ha ocurrido desde los 1,6 Ma aproximadamente.

La segunda hipótesis que se propone tiene que ver con la importante relación espacial que existe entre los volcanes cuaternarios y el sistema de falla Liquiñe-Ofqui (figura 6.4), mientras que en el caso del volcanismo plioceno-pleistoceno, no se observa una relación espacial estricta entre el volcanismo y las estructuras regionales (Lara et al., 2001, Lara y Folguera, 2006).

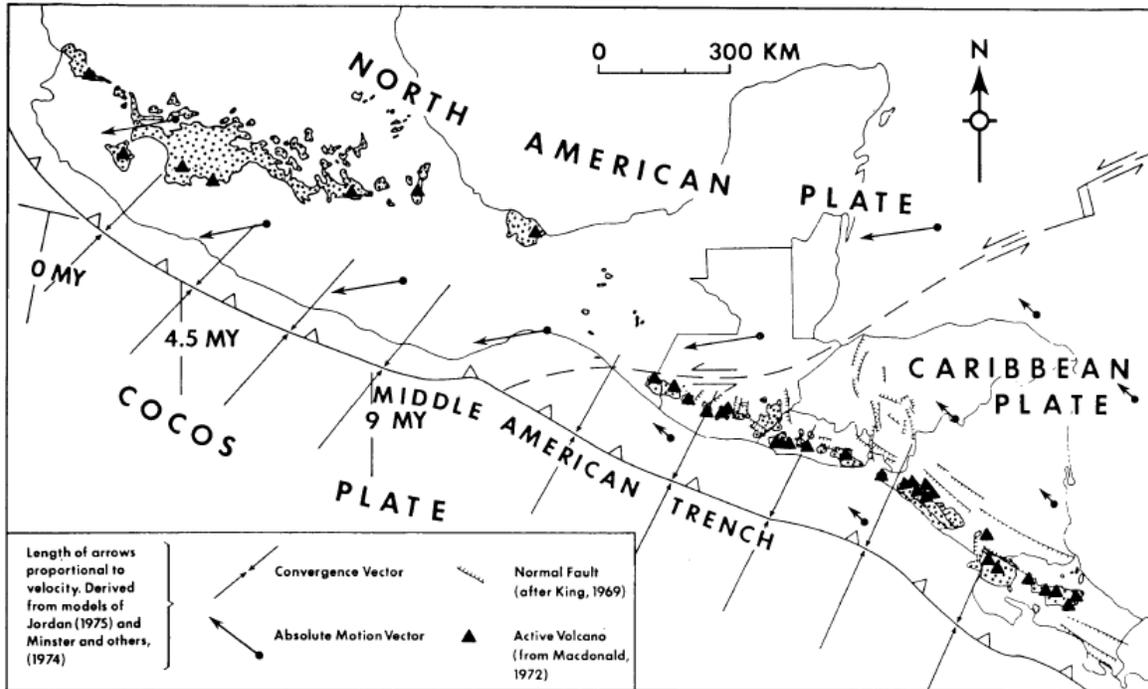


Figura 6.3: Ajuste de placas tectónicas en América Central, mostrando el movimiento absoluto de las placas de Norte América, del Caribe y de Cocos. Figura tomada de Cross y Pilger (1982).

Las fallas han sido consideradas como conductos eficientes por los cuales el magma puede ser transportado, almacenado y eventualmente erupcionado a la superficie (ej: Clemens y Mawer, 1992; Petford et al., 2000). Por consiguiente, el estado de estrés de la litósfera cuando ocurre el magmatismo, de alguna manera debe controlar la distribución espacial de plutones, diques y centros volcánicos (ej: Glazner et al., 1999; Acocella et al., 2007). Las fallas están relacionadas al ascenso de magmas en cualquier tipo de régimen tectónico, ya sea de rumbo (Hutton, 1982; Corti et al., 2005), extensional (Hutton, 1988), transtensional (Guineberteau et al., 1987), transpresivo (D’Lemos et al., 1992; De Saint Blanquat et al., 1998) o compresivo (Brown y Solar, 1998; Kalakay et al., 2001; Galland et al., 2003; Musumeci et al., 2005). Por un lado, la tectónica genera fracturas que permiten el ascenso del magma, pero también ocurre que la sobrepresión producida por el magma debilita la roca y gatilla la propagación de más fracturas (Cembrano y Lara, 2010).

En la ZVS, en un extremo, un sistema dominado por fallas de rumbo NNE subverticales y fracturas de tensión con rumbo ENE ayudaría a un rápido ascenso de magmas desde las astenósfera con poca contaminación cortical. Por otro lado, un sistema dominado por fallas inversas de segundo orden interconectadas y de rumbo NW, y fracturas subhorizontales, favorecería tiempos de residencia mayores (Cembrano y Lara, 2010) (Figura 6.5).

En el caso de la zona de estudio, desde el Mioceno al Plioceno, dominios de alto strain se establecieron a lo largo del sistema de fallas Liquiñe-Ofqui, que controló el ascenso de plutones en un régimen transpesional dextral (Cembrano et al., 2000, 2002). La deformación frágil a lo largo de la cordillera principal registra un evento de contracción E-W que duró hasta el Plioceno tardío (Laveny y Cembrano, 1999a, 1999b). Una fase de relajo orogénico ocurrió durante el Plioceno temprano en los piedemontes orientales de los Andes, con el emplazamiento de secuencias volcánicas, con sus depocentros principales que fueron controlados por fallas extensionales (Folguera et al., 2002, 2003). Por último, el régimen de estrés cuaternario muestra transpresión dextral a lo largo del arco volcánico (Laveny y Cembrano, 1999a, 1999b).

Se propone que el régimen de estrés presente en el Pleistoceno-Holoceno puede haber favorecido el ascenso de magmas por el sistema de falla Liquiñe-Ofqui, y no así en el Plioceno-Pleistoceno.

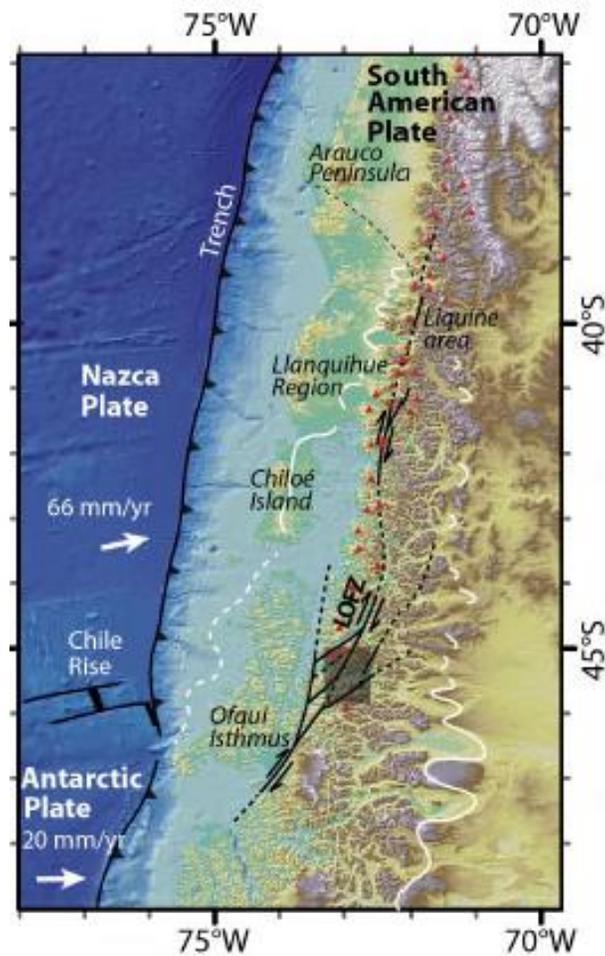


Figura 6.4: Contexto regional de las placas tectónicas en los Andes Patagónicos, indicando la traza de la Zona de Falla Liquiñe-Ofqui de intra-arco, y grandes volcanes del Pleistoceno Tardío al Holoceno. Se observa una relación espacial estricta entre la traza de la falla y la ubicación de los volcanes. Figura de Vargas et al., 2013.

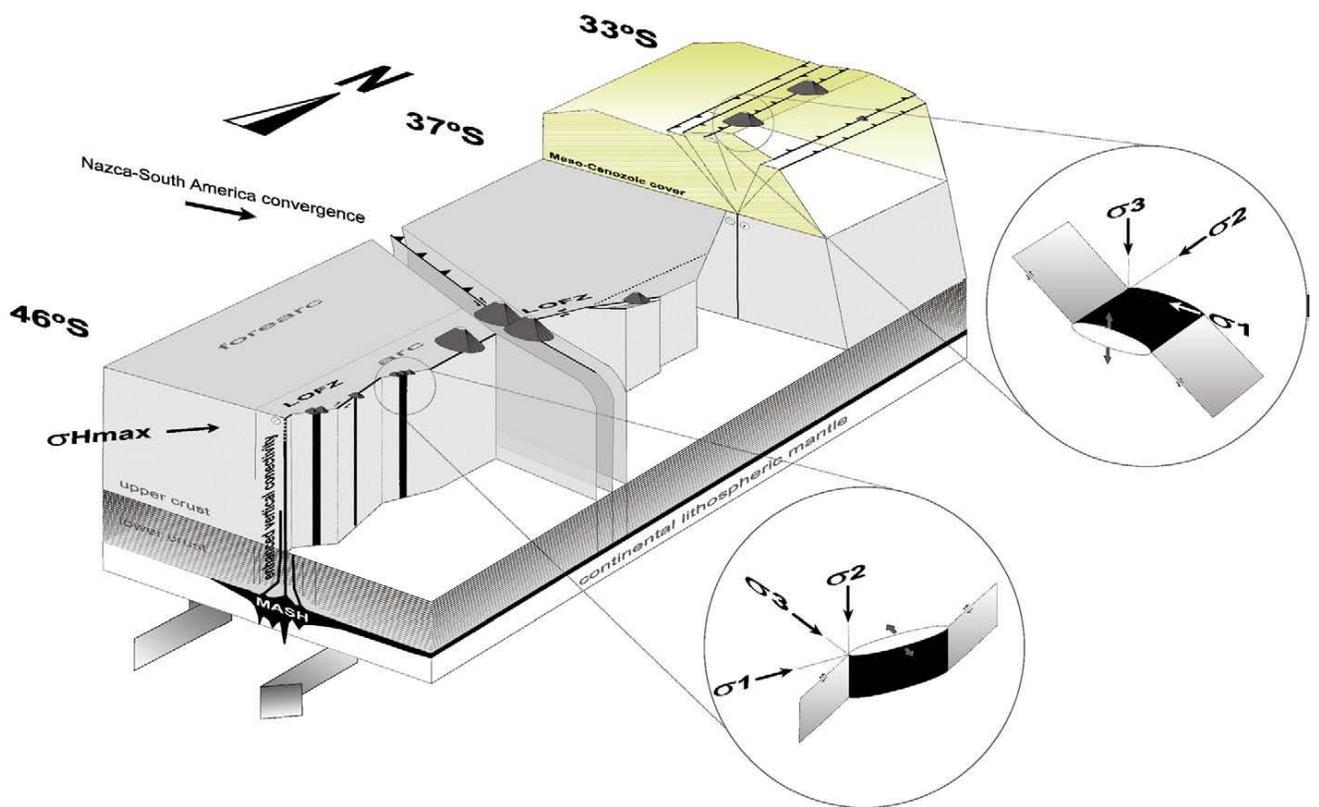


Figura 6.5: Resumen de los factores de primer y segundo orden que controlan la relación entre la tectónica y el volcanismo en la ZVS (no a escala). Al sur de los 37°S, los estratovolcanes están espacialmente asociados con fracturas de tensión de rumbo NE, o con estructuras del basamento de rumbo NW. (Figura de Cembrano y Lara, 2010).

Otro factor importante que pareciera haber variado de un periodo a otro es la productividad del arco magmático; siendo más productivo el periodo Plioceno-Pleistoceno, basándose principalmente en la amplia distribución de las rocas de este periodo (figura 2.2), y teniendo en consideración que muchas de estas rocas volcánicas han sido erosionadas o cubiertas por el periodo de volcanismo actual.

A partir de experimentos numéricos, se determinó que la tasa de formación de corteza varía fuertemente en el tiempo, y está positivamente correlacionada con la tasa de subducción (Gerya, 2011; Gerya y Meilick, 2011; Nikolaeva et al., 2008) (figura 6.6). Las tasas de crecimiento cortical promedio que fueron modeladas son de 30-50 km³/km/Ma, sin considerar los efectos de fusión por descompresión seca (Gerya, 2011).

Por lo tanto, y según estos modelos numéricos, la productividad volcánica en el Plioceno-Pleistoceno habría sido mayor que en el caso del volcanismo actual, debido a una mayor velocidad de subducción.

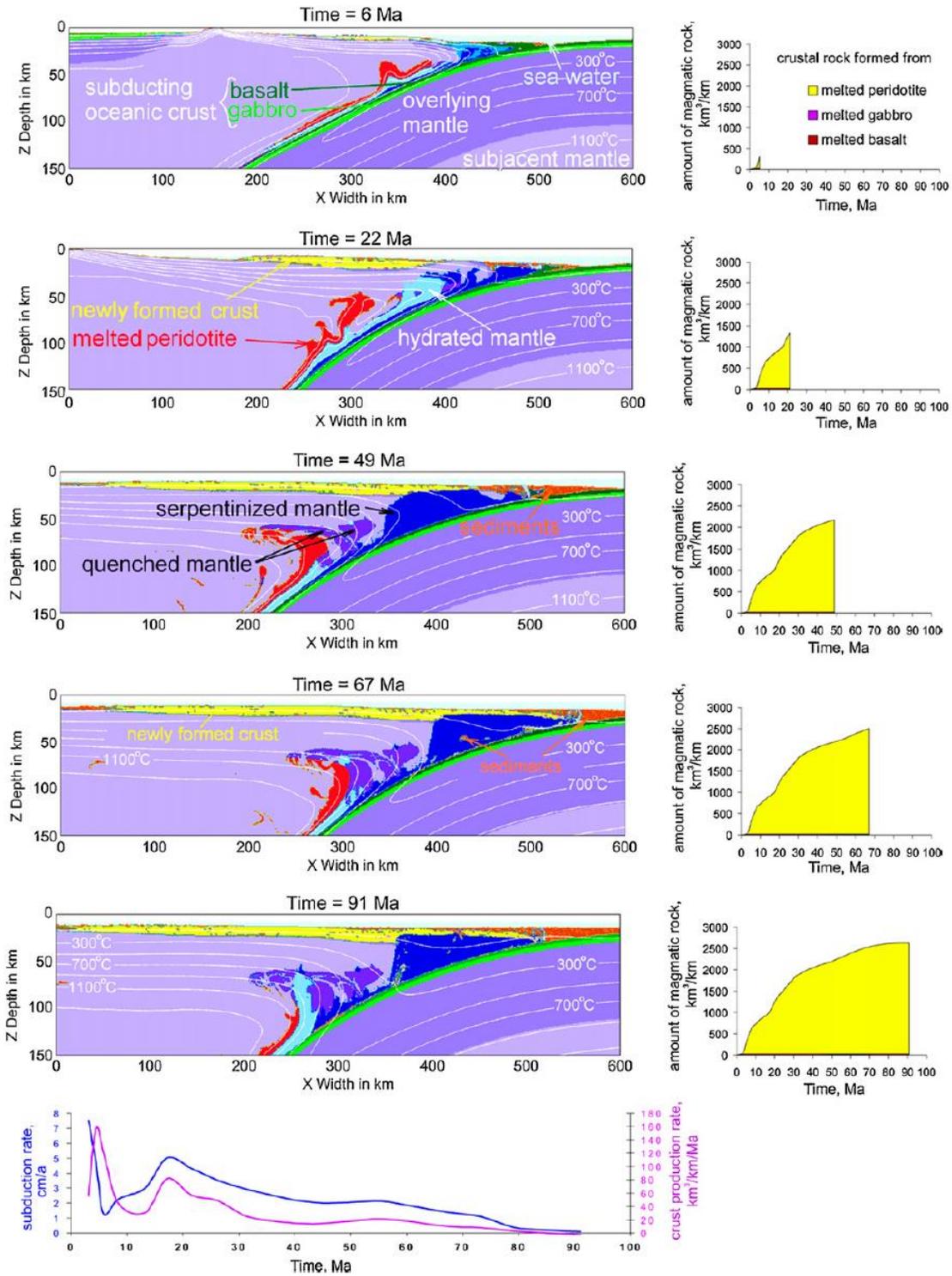


Figura 6.6: Modelos numéricos para el desarrollo de arcos intra oceánicos (Nikolaeva et al., 2008). Dinámica de la subducción (izquierda) y crecimiento cortical magmático asociado (derecha). Cambios espontáneos en la tasa de subducción y tasa de acumulación de corteza en el tiempo (abajo).

8 Conclusiones

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes conclusiones:

- 1) Las rocas volcánicas pliocenas-pleistocenas en la zona de estudio presentan un amplio rango geoquímico, con una mayor concentración de muestras entre los campos de basaltos y andesitas. Se destaca un contenido de álcalis con respecto al sílice mucho mayor en algunas rocas, similar a las muestras de trasarco.
- 2) La modelación de fusión parcial sugiere que una muestra del complejo volcánico Pino Hachado, encontrada a más de 300 Km de la fosa, se generó debido a una deshidratación del slab producida a 5 Gpa (165 Km) y 1063°C. La fusión del manto se habría producido a condiciones de 2 GPa y 1200°C, por lo tanto la fuente de esta muestra correspondería a una lherzolita de espinela, que requirió un 5% de fluidos para generar la fusión. Estas condiciones habrían permitido una fusión parcial de 1,5%.
- 3) El volcanismo plioceno-pleistoceno encontrado al este del arco cuaternario (figura 2.2) corresponde a una transición intra-tras arco según las razones geoquímicas y grados de fusión parcial obtenidos mediante la modelación; debido a que se encuentran muestras con afinidad de arco y de trasarco en la zona.
- 4) El arco volcánico del Plioceno-Pleistoceno es más ancho que el del Pleistoceno-Holoceno, pero conservando el mismo frente. Además la productividad volcánica del primero fue mayor a la actual.
- 5) Estas diferencias en el volcanismo se atribuyen principalmente a dos factores. Primero, un cambio en la velocidad de convergencia de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana; a los 1,6 Ma aproximadamente comenzó a disminuir esta velocidad desde 9 cm/año hasta 7,9 cm/año o incluso 5-6 cm/año. Una velocidad de subducción mayor podría implicar que los fluidos se liberen más paulatinamente, por lo tanto, al alejarse de la fosa, el slab todavía retiene fluidos que puede liberar permitiendo la fusión parcial del manto. El segundo factor que puede afectar es la relación que existe entre el ascenso de magmas y estructuras importantes, como el sistema de falla Liquiñe-Ofqui que se encuentra en la zona de estudio. En el caso del volcanismo cuaternario se observa una clara relación entre el sistema de falla Liquiñe-Ofqui y el volcanismo; por el contrario, en el volcanismo plioceno-pleistoceno, no se advierte una relación espacial estricta con las estructurales regionales. Por lo tanto, los regímenes de estrés presentes en cada periodo pudieron determinar por donde ascienden los magmas.

9 Bibliografía

Acocella, V., Vezzoli, L., Omarini, R., Matteini, M., Mazzuoli, R., 2007. Kinematic variations across Eastern Cordillera at 24°S (Central Andes): tectonic and magmatic implications. *Tectonophysics* 434, 81–92.

Angermann, D., Klotz, J., Reigber, Ch., 1999. Space-geodetic estimation of the Nazca-South America Euler vector. *Earth and Planetary Science Letters* 171 (3), 329-334.

Brown, M., Solar, G., 1998. Granite ascent and emplacement during contractional deformation in convergent orogens. *Journal of Structural Geology* 20, 1365–1393.

Campos, A; Moreno, H; Muñoz, J; Antinao, J; Clayton, J; Martín, M, 1998. Área de Futrono-Lago Ranco, Región de los Lagos, Servicio Nacional de Geología y Minería, Mapas Geológicos, No.8, 1 mapa, escala 1:100.000.

Cande, S. C., Leslie, R.B., 1986. Late Cenozoic tectonics of the Southern Chile Trench. *Journal of Geophysical Research* 91 (B1), 471-496.

Cembrano, J., Shermer, E., Lavenu, A., Sanhueza, A., 2000. Contrasting nature of deformation along an intra-arc shear zone, the Liquiñe-Ofqui fault zone, southern Chile Andes. *Tectonophysics* v. 319, p.129-149.

Cembrano, J., Lavenu, A., Reynolds, P., Arancibia, G., López, G., Sanhueza, A., 2002. Late Cenozoic transpressional ductile deformation north of Nazca-South America-Antartica triple junction. *Tectonophysics* v. 354, p. 289-314.

Cembrano, J., Lara, L., 2009. The link between volcanism and tectonics in the southern volcanic zone of the Chilean Andes: a review. *Tectonophysics* 471, 96 – 113.

Clemens, J.C., Mawer, C.K., 1992. Granitic magma transport by fracture propagation. *Tectonophysics* 204, 339–360.

Coira, B., Davidson, J., Mpodozis, C., Ramos, V. A., 1982. Tectonic and magmatic evolution of the Andes of northern Argentina and Chile. *Earth Science Reviews* 18, 303-332.

Corti, G., Moratti, G., Sani, F., 2005. Relations between surface faulting and granite intrusions in analogue models of strike-slip deformation. *Journal of Structural Geology* 27, 1547–1562.

Cross, T., Pilger, R., 1982. Controls of subduction geometry, location of magmatic arcs, and tectonics of arc and back-arc regions. Geological Society of America Bulletin, v. 93, p. 545-562.

D'Lemos, R.S., Brown, M., Strachan, R.A., 1992. Granite magma generation, ascent and emplacement within a transpressional orogen. Journal of the Geological Society London 149, 487-490.

Delpino, D, Deza, M, 1995. Mapa geológico y de recursos minerales de la provincia del Neuquén, república Argentina. Escala 1:500.000. Secretaría de Minería y Ministerio de Producción y Turismo. Argentina.

DeMets, C., Gordon, R.G., Argus, D.F., Stein, S., 1994. Effect of recent revisions to the geomagnetic reversal time scale on estimates of current plate motions. Geophysical Research Letters 21 (20), 2191-2194.

De Saint Blanquat, M., Tikoff, B., Teyssier, C., Vigneresse, J.L., 1998. Transpressional kinematics and magmatic arcs. In: Holdsworth, R.E., Strachan, R.A., Dewey, J.F. (Eds.), Continental Transpressional and Transtensional Tectonics. Geol. Soc. Spec. Publ., vol. 135, pp. 327-340.

Duhart, P., Antinao, J., Clayton, J., Elgueta S., Crignola, P., McDonough, M., 2003. Área de Los Lagos-Malalhue, Región de los Lagos, Servicio Nacional de Geología y Minería, Mapas Geológicos, Serie Geología Básica, No. 81, 1 mapa escala, 1:100.000.

Dungan. M.A., Wulff, A., Thompson, R. 2001. Eruptive stratigraphy of the Tatara-San Pedro complex, 36°S, Southern Volcanic Zone, Chilean Andes: Reconstruction method and implications for magma evolution at long-lived arc volcanic centers. Journal of Petrology, Vol. 42, No. 3, p. 555-626.

Engebretson, D.C., Cox, A., Gordon, R.G., 1986. Relative motions between oceanic and continental plates in Pacific Basin: Geological Society of America Special Paper 206, p.59.

Folguera, A., Ramos, V., Melnick, D., 2002. Partición de la deformación en la zona del arco volcánico de la Cordillera Neuquina en los últimos 30 Ma (36-39°S). Revista Geológica de Chile v. 29, No. 2, p. 227-240.

Folguera, A., Ramos, V., Melnick, D., 2003. Recurrencia en el desarrollo de cuencas de intraarco: Colapso de estructuras orogénicas, Cordillera Neuquina (37°30'S). Revista de la Asociación Geológica Argentina, v. 58, p. 3-19.

Franzese, J., 1995. El complejo Piedra Santa (Neuquén, Argentina): parte de un cinturón metamórfico neopaleozoico del Gondwana suroccidental. *Revista Geológica de Chile*, vol. 22, No. 2, p. 193-202.

Galland, O., de Bremond d'Ars, J., Cobbold, P.R., Hallot, E., 2003. Physical models of magmatic intrusion during thrusting. *Terra Nova* 15, 405-409.

Gerya, T., 2011. Future direction in subduction modeling. *Journal of Geodynamics*, 52, 344-378.

Gerya, T.V., Meilick, F.I., 2011. Geodynamic regimes of subduction under an active margin: effects of rheological weakening by fluids and melts. *J. Metamorphic Geol.* 29, 7-31.

Glazner, A.F., Bartley, J.M., Carl, B., 1999. Oblique opening and noncoaxial emplacement of the Jurassic Independence dike swarm, California. *Journal of Structural geology* 21, 1275-1283.

Gonzalez, O.; Vergara, M. 1962. Reconocimiento geológico de la Cordillera de los Andes entre los paralelos 35° y 38°s. Universidad de Chile, Instituto de Geología, publicaciones, no. 24, 119 p.

Guineberteau, B., Bouchez, J.L., Vigneresse, J.L., 1987. The Mortagne granite pluton (France) emplaced by pull-apart along a shear zone: structural and gravimetric arguments and regional implication. *Geological Society of America, Bulletin* 99, 763-770.

Hermann, H., C. L. Spandler, 2008. Sediment melts at sub-arc depths: an experimental study, *Journal of Petrology*, 49, 717-740.

Hutton, D.H.W., 1988. Granite emplacement mechanisms and tectonic controls: inferences from deformation studies. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Earth Science* 79, 245-255.

Irving, T.N., Baragar, W.R.A., 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Can. J. Earth Sci.* 8, 523-548.

Jacques, G., Hoernle, K., Gill, J., Hauff, F., Wehrmann, H., Garbeschönberg, D., van den Bogaard, P., Bindeman, I., Lara, L., 2013. Across-arc geochemical variations in the Southern Volcanic Zone, Chile (34.5-38.0°S): Constraints on mantle wedge and slab input compositions. *Geochim. Cosmochim. Acta* (2013).

Jara, C., Moreno, H., Mella, M., Duhart, P., 2011. Geología del Área de Villarrica-Huiscapi, Regiones de la Araucanía y de los Ríos. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 127. 1 mapa, escala 1:100000.

Kalakay, Thomas J., John, B.E., Lageson, D.R., 2001. Fault-controlled pluton emplacement in the Sevier fold-and-thrust belt, SW Montana. *Journal of Structural Geology* 23, 1151–1165.

Katz R. F., Jones H.A., Kay R. W., 2013. A new parameterization of hydrous mantle melting. *Geochem. Geophys. Geosyst.* 4, 1073–1092.

Kay S. M., Spiegelman M., Langmuir C. H., 2003. Origin of tertiary to recent EM- and subduction-like chemical and isotopic signatures in Auca Mahuida region (37°-38°S) and other Patagonian plateau lavas. *Contrib Mineral Petrol.* Volume 166, Issue 1, pp 165-192.

Kay S. M., Jones H.A., Kay R. W., 2013. Origin of Tertiary to Recent EM- and subduction-like chemical and isotopic signatures in Auca Mahuida region (37°–38°S) and other Patagonian plateau lavas. *Contrib Mineral Petrol.* Volume 166, Issue 1, pp 165-192.

Kessel R., Schmidt M. W., Ulmer P. and Pettke T., 2005. Trace element signature of subduction-zone fluids, melts and supercritical liquids at 120–180 km depth. *Nature* 437, 724–727.

Kimura J.-I., van Keken P. E., Hacker B. R., Kawabata H., Yoshida T. and Stern R. J., 2009. Arc Basalt Simulator versión 2, a simulation for slab dehydration and fluid-fluxed mantle melting for arc basalts: Modeling scheme and implication. *Geochem. Geophys. Geosyst.* 10, 2.

Kimura J.-I., Kent A. J. R., Rowe M. C., Katakuse M., Nakano F., Hacker B. R., van Keken P. E., Kawabata H. and Stern R. J., 2010. Origin of cross-chain geochemical variation in Quaternary lavas from the northern Izu arc: using a quantitative mass balance approach to identify mantle sources and mantle wedge processes. *Geochem. Geophys. Geosyst.* 11, 2.

Kimura J.-I., Stern R. J., 2011. Arc Basalt Simulator versión 3.10 Tutorial.

Lara, L., Rodríguez, C., Moreno, H., y Perez de Arce, C., 2001. Geocronología K-Ar y geoquímica del volcanismo plioceno superior-pleistoceno de los Andes del sur (39-42°S). *Revista Geológica de Chile*, Vol. 28, No. 1, p. 67-90.

Lara, L., 2004. Geología del Volcán Lanín: Santiago, Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica, no. 82, escala 1:50000, 1 hoja, 100 p.

Lara, L.E., Moreno, H. 2004. Geología del Área de Liquiñe-Neltume, Regiones de los Lagos y de la Araucanía. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 49. 1 mapa, escala 1:100000.

Lara, L.E., Moreno, H. 2006. Geología del Complejo Volcánico Puyehue-Cordón Caulle, Región de los Lagos. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica. 1 mapa, escala 1:50000.

Lara, L.E., Moreno, H. 2012. Geología del Complejo Volcánico Antillanca, Región de Los Lagos. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 126: p., 1 mapa escala 1:50.000, Santiago.

Lavenu, A., Cembrano, J., 1999a. Compressional and transpressional stress pattern for Pliocene and Quaternary brittle deformation in fore arc and intra arc zones (Andes of central and southern Chile). *Journal of Structural Geology*, v.21, p.1669-1691.

Lavenu, A., Cembrano, J., 1999b. Estados de esfuerzo compresivo Plioceno y compresivo-transpresivo Pleistoceno, Andes del Sur, Chile (38-42°30'S). *Revista Geológica de Chile*, v. 26, No. 1, p. 67-86.

Le Bas, M.J., Le Maitre, R.W., Streckeisen, A., Zanettin, B., 1986. A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *Journal of Petrology* 27, 745-750.

López-Escobar, L., Cembrano, J., Moreno, H., 1995. Geochemistry and tectonics of the Chilean Southern Andes Quaternary volcanism (37°-46°S). *Revista Geológica de Chile* 22 (2), 219-234.

Manning, C. E., 2004. The chemistry of subduction-zone fluids, *Earth and Planetary Science Letters*, 223, 1-16.

McDonough, W.F., Sun, S.-s., 1995. The composition of the Earth: *Chemical Geology*, 120, 223-253.

McIntire, W.L., 1963. Trace element partition coefficients – a review of theory and applications to geology. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 27, 1209-1264.

Molnar, P., Freedman, D., Shih, J.S.F. 1979. Lengths of intermediate and deep seismic zones and temperatures in downgoing slabs of lithosphere. *Journal of the Royal Astronomical Society*, Vol. 56, 41-54.

Moreno, H., Clavero, J., 2006. Geología del Complejo Volcán Villarrica, Regiones de la Araucanía y de los Lagos. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 124, 1 mapa escala 1:50000, Santiago.

Moreno, H., Lara, L.E., 2007. Geología del Complejo Volcánico Mocho-Choshuenco, Región de los Ríos. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 150, 1 mapa escala 1:50000, Santiago.

Moreno, H., Lara, L.E., 2008. Geología del Área Pucón-Curarrehue, Regiones de La Araucanía y de los Ríos. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 115: 36 p., 1 mapa escala 1:100000, Santiago.

Moreno, H., Lara, L.E., Orozco, G., 2010. Geología del Volcán Osorno, Región de los Lagos. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 126, 1 mapa escala 1:50000, Santiago.

Mpodozis, C., Ramos, V., 1989. The Andes of Chile and Argentina. In: G.E. Ericksen, M. T. Canas Pinochet, and J. A. Reinemund (eds.), *Geology of the Andes and its relation to hydrocarbon and mineral resources*. Circ. Pac. Coun. En. Min. Res. Earth Sci. Ser., Houston, 59-90.

Muñoz, J., Stern, C., 1985. El complejo volcánico Pino Hachado en el sector noroccidental de la Patagonia (38°-39°S): volcanismo pliocuaternario de trasarco en Sudamérica. 4° Congreso Geológico Chileno (Antofagasta), Actas 3: 381-412, Antofagasta.

Muñoz, J., Stern, C.R., 1988. The Quaternary volcanic belt of the southern continental margin of South America: Transverse structural and petrochemical variations across the segment between 38°S and 39°S. *Journal of South American Earth Sciences* 1 (2), 147-161.

Muñoz, J., Stern, C.R., 1989. Alkaline magmatism within the segment 38°-39°S of the plio-quaternary volcanic belt of southern south american continental margin. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 94, No. B4, p. 4545-4560.

Musumeci, G., Mazzarini, f., Corti, G., Barsella, M., Montanari, D., 2005. Magma emplacement in a thrust ramp anticline: the Gavorrano Granite (northern Apennines Italy). *Tectonics* 24, TC6009.

Naranjo, J.A., Moreno, H. 2005. Geología del Volcán Llaima, Región de La Araucanía. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 114: p., 1 mapa escala 1:50.000, Santiago.

Nicholls, J., 1988. The statistics of Pearce element diagrams and the Chayes closure problem. *Cintrib. Mineral. Petrol.*, 99, 11-24.

Pardo-Casas, F., Molnar, P., 1987. Relative motion of the Nazca (Farallon) and South American plates since Late Cretaceous times. *Tectonics* 6, 233-248.

Pearce, T.H., 1968. A contribution to the theory of the variation diagrams, *Contrib. Min. Petr.*, 19, 142-157.

Pearce, J. A., Parkinson, I. J. (1993). Trace element models for mantle melting: application to volcanic arc petrogenesis." Geological Society, London, Special Publications 76(1): 373-403.

Petford, N., Cruden, A.R., McCaffrey, K.J.W., Vigneresse, J.L., 2000. Granite magma formation, transport and emplacement in the Earth's crust. *Nature* 408, 669-673.

Ramos, V.A. y Kay, S.M. 2006. Overview of the Tectonic Evolution of the Southern Central Andes of Mendoza and Neuquén (35°- 39°S Latitude). En Kay, S.M. y V. A. Ramos (eds.) *Evolution of an Andean margin: A tectonic and magmatic view from the Andes to the Neuquén Basin (35°-39°S latitude)*. Geological Society of America, Special Paper 407: 1-18.

Rodríguez, C., Pérez, Y., Moreno, H., Clayton, J., Antinao, J., Duhart, P., Martín, M., 1999. Área de Panguipulli-Riñihue, Región de los Lagos: Santiago, Servicio Nacional de Geología y Minería, Mapas Geológicos no. 10, escala 1:100000, 1 hoja.

Rollinson, H., 1993. Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation.

Russell, J., Nicholls, J., 1988. Analysis of petrologic hypotheses with Pearce element ratios. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 99(1): 25-35.

Salteras, V.J.M., Stracke, A., 2004. Composition of depleted mantle. *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 5.

Sellés, D., Rodríguez, A.C., Dungan, M.A., Naranjo, J.A., Gardeweg, M. 2004. Geochemistry of Nevado de Longaví Volcano (36.2°S): a compositionally atypical arc volcano in the Southern Volcanic Zone of the Andes. *Revista Geológica de Chile* 31 (2): 293-315.

Sellés, D., Moreno, H., 2011. Geología del Volcán Calbuco, Región de los Lagos. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 130, 1 mapa escala 1:50000, Santiago.

SERNAGEOMIN, 2003. Mapa Geológico de Chile: versión digital. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Digital, No. 4 (CD-ROM, versión 1.0, 2003), Santiago.

Shaw, J., Baker, J., Menzies, M., Thirlwall, M., Ibrahim, K., 2003. Petrogenesis of the Largest Intraplate Volcanic Field on the Arabian Plate (Jordan): a Mixed Lithosphere-Asthenosphere Source Activated by Lithospheric Extension. *Journal of Petrology* 44, 1657-1679.

Singer, B., Jicha, B., Harper, M., Naranjo, J.A., Lara, L., Moreno-Roa, H., 2012. Eruptive history, geochronology, and magmatic evolution of the Puyehue-Cordón Caulle volcanic complex. *Geological Society of American Bulletin* 2008; 120, no. 5-6; 599-618.

Somoza, R., 1998. Updated Nazca (Farallon)-South America relative motion during the last 40 My: implications for mountain building in the central Andean regime. *Journal of South American Earth Sciences* 11, 211-215.

Somoza, R., Ghidella, M., 2012. Late Cretaceous to recent plate motions in western South America revisited. *Earth and Planetary Science Letters* 331-332, 152-163.

Stern, C.R., 1989. Pliocene to present migration of the volcanic front, Andean Southern Volcanic Zone. *Revista Geológica de Chile*, Vol. 16, No. 2, p. 145-162.

Suárez, M., Emparan, C., Muñoz, J., 1986. Geología de la parte oriental de la Hoja Curacautín, IX Región (Inédito), Servicio Nacional de Geología y Minería, 119 p.

Suárez, M., Emparan, C., 1997. Hoja Curacautín, Regiones de la Araucanía y del Biobío. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, No. 71, 105 p., 1 mapa 1:250.000.

Sun, S., McDonough, W., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. Geological Society, London, Special Publications 42(1): 313-345.

Syracuse E. M., van Keken P. E. and Abers G. A., 2010. The global range of subduction zone thermal models. Phys. Earth Planet. Inter. 183(1-2), 73-90.

Tamaki, K., 2000. Nuvel 1-A calculation results: Tokyo, Ocean Research Institute, University of Tokyo, <http://manbow.ori.u-tokyo.ac.jp/tamaki-bin/post-nuvella>.

Thiele, R., Lahsen, A., Moreno, H., Varela, J., Vergara, M., Munizaga, F., 1987. Estudio geológico regional a escala 1:100.000 de la hoya superior y curso medio del río Biobío. Informe para la Empresa Nacional de Electricidad, Convenio ICP-8601 (Inédito), Universidad de Chile, Departamento de Geología y Geofísica, 304 p.

Turner, J., 1965. Estratigrafía de la Comarca de Junín de los Andes (Provincia del Neuquén). Academia Nacional de Ciencias, Boletín, Vol. 44, p.5-51. Córdoba.

Van Keken P. E., Hacker B. R., Syracuse E. M., Abers G. A., 2011. Subduction factory: 4. Depth-dependent flux of H₂O from subducting slabs worldwide. J. Geophys. Res. 116.

Vargas G., Rebolledo S., Sepúlveda S., Lahsen A., Thiele R., Townley B., Padilla., C, Rauld R., Herrera M.J, Lara., M, 2013. Submarine earthquake rupture, active faulting and volcanism along the major Liquiñe-Ofqui Fault Zone and implications for seismic hazard assessment in the Patagonian Andes. Andean Geology 40 (1): 141-171.

Vergara, M., López-Escobar, L., 1982. El volcanismo Mioceno y Plioceno entre los 36° y 40° L.S. de los Andes Chilenos: Comentario y revisión. In Congreso Latinoamericano de Geología, N°5, Actas, Vol.3, p. 513-521. Buenos Aires.

Vergara, M., Muñoz, J., 1982. La Formación Cola de Zorro en la Alta Cordillera andina Chilena (36° - 39° lat. Sur); sus características petrográficas y petrológicas; una revisión. Revista Geológica de Chile 17, 31-46.

Vogt, K., Gerya, T., Castro, A., 2012. Crustal growth at active continental margins: Numerical modeling. Physics of the Earth and Planetary Interiors. 192-193, 1-20.

Workman, R.K., Hart, S.R., 2005. Major and trace element composition of the depleted MORB mantle (DMM). *Earth and Planetary Science Letters* 231, 53-72.

Yuan, X., Asch, G., Bataille, K., Bock, G., Bohm, G., Echtler, H., Kind, R., Oncken, O. and Wölbern, I., 2006. Deep seismic images of the Southern Andes, en Kay, S.M., and Ramos, V.A., eds., *Evolution of the Andean margin: A tectonic and magmatic view from the Andes to the Neuquén Basin (35°-39°S lat)*: Geological Society of America Special Paper 407 p.61-72.

10 Anexos

Tabla 10.1: Química y edades de muestras pleistocenas-holocenas “Oeste”

No. Muestra	Referencia	Formación/Lugar	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO
AP-54	Lara y Moreno, 2012	Lavas y Conos de Laguna Bertín	54,99	0,95	19,28	1,81	-
120183/2	Lara y Moreno, 2012	Conos Paraíso Este	54,94	0,59	17,87	3,12	-
LELo80710-7	Lara y Moreno, 2012	Conos Rupanco	47,42	1,15	14,77	10,21	-
88	Lara y Moreno, 2012	Conos Anticura	51,45	0,82	17,14	9,14	-
LELo90710-8	Lara y Moreno, 2012	Lavas antiguas de Fiuchá	51,23	1,11	15,23	10,19	-
LELo80710-3	Lara y Moreno, 2012	Volcán Casablanca 3	50,16	0,97	17,43	9,82	-
LELo90710-9	Lara y Moreno, 2012	Conos de Fiuchá	50,46	1,1	17,26	10,21	-
LELo80710-6	Lara y Moreno, 2012	Conos Rupanco	51,23	1,08	16,32	9,85	-
LL140208-3B	Lara y Moreno, 2012	Cráter Rayhuén	52,89	0,888	17,499	8,219	-
118	Lara y Moreno, 2012	Lavas y Conos de Laguna Bertín	53,35	0,9	17,04	8,01	-
LL140208-4A	Lara y Moreno, 2012	Cráter Rayhuén	54,65	0,838	17,172	7,302	-
LL140208-3C	Lara y Moreno, 2012	Cráter Rayhuén	55,98	0,649	17,577	6,248	-
LL200111-5	Lara y Moreno, 2012	Conos Paraíso Oeste	49,45	0,99	20,31	9,39	-
LL140208-4B	Lara y Moreno, 2012	Cráter Rayhuén	55,84	0,806	16,759	7,013	-
LL150311-1	Lara y Moreno, 2012	Lavas antiguas de Fiuchá	50,05	0,86	19,98	9,03	-
HM1740	Lara y Moreno, 2012	Volcán Casablanca 2	52,35	0,94	18,56	2,22	6,38
LL180311-2	Lara y Moreno, 2012	Volcán Casablanca 2	50,17	0,888	20,05	9,18	-
LELo70710-4	Lara y Moreno, 2012	Conos Anticura	51,23	1,03	17,32	9,76	-
LELo70710-3	Lara y Moreno, 2012	Conos Anticura	54,12	0,96	16,81	8,65	-
61	Lara y Moreno, 2012	Lavas Antiguas de Haique	49,77	0,75	21,18	7,96	-
LL220111-3	Lara y Moreno, 2012	Volcán Casablanca 3	49,03	0,842	20,81	9,72	-
LL310107-1	Lara y Moreno, 2012	Cráter Rayhuén	51,84	1,21	17,57	8,44	-
17	Lara y Moreno, 2012	Lavas antiguas de Fiuchá	52,94	1,01	17,15	8,57	-
57	Lara y Moreno, 2012	Lavas Antiguas de Haique	50,02	0,79	20,51	8,15	-

No. Muestra	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	H2O+	P2O5	Total	Cr	Ni	V	Ba	Rb
AP-54	0,14	3,73	7,51	3,25	0,99	-	0,22	92,87	-	-	-	-	-
120183/2	0,16	3,84	7,72	3,77	0,78	-	0,21	100	-	-	-	-	-
LELo80710-7	0,2	10,78	10,47	2,47	0,22	1,65	0,21	99,55	-	-	-	-	-
88	0,158	7,78	9,12	2,92	0,62	0,1	0,182	99,4	-	-	-	-	-
LELo90710-8	0,16	8,6	8,65	2,91	0,85	0,16	0,2	99,29	113	15	204	174	9
LELo80710-3	0,15	7,11	10,5	2,97	0,49	-0,24	0,12	99,48	63	11	166	152	7
LELo90710-9	0,16	7,38	8,91	3,2	0,74	0,16	0,19	99,77	132	<5	201	174	8
LELo80710-6	0,15	7,11	9,92	2,99	0,7	0	0,16	99,52	-	-	-	-	-
LL140208-3B	0,117	5,88	10,06	3,293	0,721	0,088	0,142	99,8	72	38	329	-	13
118	0,135	5,66	8,12	3,4	1,21	0,34	0,313	98,7	-	-	-	-	-
LL140208-4A	0,11	5,15	9,575	3,408	0,889	0,328	0,162	99,58	72	31	279	-	19
LL140208-3C	0,123	4,15	9,927	3,593	0,904	0,316	0,144	99,61	99	22	226	-	20
LL200111-5	0,164	6,23	10,02	2,44	0,435	-0,28	0,151	99,3	211	90	168	266	11
LL140208-4B	0,108	4,65	8,825	3,604	1,19	0,612	0,197	99,6	63	21	248	-	29
LL150311-1	0,16	5,97	9,78	3,07	0,59	-0,58	0,2	99,11	-	-	-	-	-
HM1740	0,15	5,59	7,99	4,08	0,58	-	0,11	98,95	-	-	-	-	-
LL180311-2	0,158	5,732	9,979	2,969	0,559	-0,24	0,123	99,57	173	149	164	349	17
LELo70710-4	0,15	6,02	10,26	3,24	0,54	-0,18	0,13	99,5	-	-	-	-	-
LELo70710-3	0,13	5,33	8,73	3,32	1,31	0,02	0,17	99,54	-	-	-	-	-
61	0,135	4,71	11,21	2,66	0,47	0,11	0,136	99,1	-	-	-	-	-
LL220111-3	0,159	5,69	10,22	2,633	0,463	-0,421	0,079	99,22	72	17	163	347	133
LL310107-1	0,12	4,88	9,26	3,25	1,31	-	0,2	-	-	-	-	-	-
17	0,151	4,9	8,08	3,31	0,98	0,77	0,246	98,7	-	-	-	-	-
57	0,138	4,63	10,77	2,78	0,51	0,07	0,143	98,5	-	-	-	-	-

No. Muestra	Sr	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
AP-54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
120183/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LELo80710-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LELo90710-8	397	14,13	29,867	3,928	16,267	4,413	1,286	4,211	0,674	4,034	0,895	2,481
LELo80710-3	419	8,08	16,2	2,253	9,525	2,886	0,985	2,878	0,477	2,902	0,635	1,651
LELo90710-9	432	14,73	29,283	3,763	15,733	4,114	1,377	3,993	0,633	3,691	0,81	2,241
LELo80710-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL140208-3B	-	9,77	21,31	2,604	11,39	2,339	0,831	2,251	0,367	2,247	0,487	1,323
118	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL140208-4A	-	11	23,78	2,945	13,09	2,63	0,888	2,473	0,397	2,431	0,515	1,438
LL140208-3C	-	8,5	18,13	2,252	9,742	2,113	0,76	2,17	0,369	2,293	0,489	1,39
LL200111-5	235	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL140208-4B	-	13,43	28,77	3,484	15,08	2,867	0,945	2,697	0,427	2,666	0,561	1,59
LL150311-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HM1740	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL180311-2	445	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LELo70710-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LELo70710-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL220111-3	380	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL310107-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

No. Muestra	Yb	Lu	Hf	Ta	Cs	Zr	Nb	Y	Sc	Th	Edad (Ma)	Método
AP-54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
120183/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LELo80710-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LELo90710-8	2,207	0,35	-	-	-	124	<5	23,22	-	-	-	-
LELo80710-3	1,682	-	-	-	-	91	<5	17,11	-	-	-	-
LELo90710-9	2,043	-	-	-	-	122	<5	21,29	-	-	-	-
LELo80710-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL140208-3B	1,196	0,2	1,37	-	1,45	53	1,45	12,7	30	3,02	-	-
118	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL140208-4A	1,332	0,22	1,63	-	1,03	63	1,6	14,2	30	3,37	-	-
LL140208-3C	1,319	0,2	1,54	-	0,95	58	1,34	14	28	2,77	-	-
LL200111-5	-	-	-	-	-	91	<5	<10	31		-	-
LL140208-4B	1,466	-	2	-	1,57	74	1,85	15,4	26	5,33	-	-
LL150311-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HM1740	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL180311-2	-	-	-	-	-	92	<5	<10	28		-	-
LELo70710-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LELo70710-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL220111-3	-	0,26	-	-	-	51	<5	<10	27		-	-
LL310107-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

No. Muestra	Referencia	Formación/Lugar	SiO₂	TiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	FeO
LL300312-8	Lara y Moreno, 2012	Volcán de Álvarez	53,78	0,92	18,4	9,94	-
LL140208-1	Lara y Moreno, 2012	Cráter Rayhuén	52,59	0,65	19,797	7,42	-
LL270406-1	Lara y Moreno, 2012	Cráter Rayhuén	49,88	1,28	17,63	10,58	-
56	Lara y Moreno, 2012	Lavas Antiguas de Haique	52,09	0,8	20,03	7,84	-
LL190311-4	Lara y Moreno, 2012	Lavas de Lago Paraíso	51,81	1,05	19,77	8,95	-
LL190311-3	Lara y Moreno, 2012	Lavas de Lago Paraíso	51,78	0,984	19,81	8,8	-
LL170311-2	Lara y Moreno, 2012	Conos de Laguna los Monos	50,88	1,06	18,16	10,47	-
LL310107-2	Lara y Moreno, 2012	Cráter Rayhuén	48,37	1,35	11,79	10,61	-
123	Lara y Moreno, 2012	Lavas antiguas de Fiuchá	51,15	1,02	18,49	9,04	-
XA-310	Lara y Moreno, 2012	Lavas antiguas de Fiuchá	54,76	1,31	17,05	3,7	5,6
LEL090710-6	Lara y Moreno, 2012	Lavas Antiguas de Haique	52,03	0,89	19,11	8,52	-
LL170311-1	Lara y Moreno, 2012	Conos Anticura	51,08	1,081	18,89	10,31	-
LEL070710-1	Lara y Moreno, 2012	Lava Pajaritos	54,21	1,31	16,13	9,41	-
LL200111-2	Lara y Moreno, 2012	Lavas Antiguas de Haique	49,31	0,736	23,22	7,828	-
LL200111-1	Lara y Moreno, 2012	Lavas Antiguas de Haique	50,21	0,783	22,19	8,27	-
LL160311-1	Lara y Moreno, 2012	Volcán Casablanca 2	50,08	0,914	21,37	8,999	-
LL140208-2B	Lara y Moreno, 2012	Cráter Rayhuén	51,23	0,939	16,393	11,24	-
LL190111-1	Lara y Moreno, 2012	Conos del Haique	51,68	0,74	22,11	7,6	-
77	Lara y Moreno, 2012	Conos del Haique	51,26	1,44	16,51	11,9	-
IXa	Lara y Moreno, 2012	Lavas antiguas de Fiuchá	50,02	1,54	15,87	11,95	-
LL220111-7	Lara y Moreno, 2012	Conos del Cerro Colorado	63,09	0,6	16,31	4,35	-
120183-02	Lara y Moreno, 2012	Lavas de Lago Paraíso	54,91	0,59	17,87	10,9	-
LL270406-2	Lara y Moreno, 2012	Cráter Rayhuén	64,84	0,75	15,79	5,18	-
41	Lara y Moreno, 2012	Lavas antiguas de Fiuchá	52,35	1,6	15,62	12,86	-
LEL090710-3	Lara y Moreno, 2012	Lavas antiguas de Fiuchá	55,99	1,3	16,15	9,49	-
LL270406-3	Lara y Moreno, 2012	Cráter Rayhuén	63,19	0,87	15,93	6,28	-
LL220111-4	Lara y Moreno, 2012	Conos del Cerro Colorado	64,11	0,682	16,95	5,61	-
43	Lara y Moreno, 2012	Lavas antiguas de Fiuchá	51,77	1,56	16,62	11,88	-
LL140208-3A	Lara y Moreno, 2012	Cráter Rayhuén	76,39	0,19	11,94	1,37	-
LL140208-2A	Lara y Moreno, 2012	Cráter Rayhuén	63,787	0,604	15,46	5,019	-

No. Muestra	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	H2O+	P2O5	Total	Cr	Ni	V	Ba	Rb
LL300312-8	0,17	5,52	7,79	2,72	0,32	-0,11	0,23	99,69	-	-	-	-	-
LL140208-1	0,105	4,11	10,781	2,957	0,551	0,324	0,114	99,4	81	51	175	-	12
LL270406-1	0,13	5,84	10,82	2,64	0,68	0,38	0,09	99,95	65	13	369	185	17
56	0,139	4,3	9,91	3,17	0,7	0,11	0,169	99,3	-	-	-	-	-
LL190311-4	0,16	4,88	9,08	0,038	0,81	-0,08	0,31	99,82	-	-	-	-	-
LL190311-3	0,162	4,78	9,12	3,084	0,812	0,26	0,292	99,88	102	20	170	267	13
LL170311-2	0,18	5,65	9,64	2,79	0,59	-0,09	0,12	99,45	-	-	-	-	-
LL310107-2	0,12	5,67	10,63	2,82	0,71	-	0,12	99,91	-	-	-	-	-
123	0,152	4,83	8,83	3,38	0,58	1,03	0,242	99,2	-	-	-	-	-
XA-310	0,15	4,89	9,2	3,31	0,84	-	0,34	101,15	-	-	-	246	-
LELO90710-6	0,13	4,45	9,98	3,32	0,75	-0,06	0,13	99,25	34	14	161	139	8
LL170311-1	0,181	5,261	9,078	2,727	0,648	0,444	0,125	99,83	149	67	199	426	19
LELO70710-1	0,15	4,78	8,71	3,51	1,03	0,07	0,21	99,51	-	-	-	-	-
LL200111-2	0,134	3,829	11,467	2,46	0,469	-0,31	0,079	99,22	29	4	192	423	9
LL200111-1	0,144	3,93	10,76	2,663	0,551	-0,37	0,093	99,22	78	19	132	214	13
LL160311-1	0,153	4,165	10,627	2,796	0,508	0,08	0,095	99,79	163	95	164	353	17
LL140208-2B	0,119	5,04	10,21	3,351	0,759	0,304	0,115	99,7	44	29	326	-	15
LL190111-1	0,15	3,39	10,05	3,02	0,66	-0,1	0,12	99,41	-	-	-	-	-
77	0,193	4,35	8,49	3,53	0,5	0,9	0,242	99,5	-	-	-	-	-
IXa	0,187	4,34	8,51	3,47	0,62	1,04	0,254	97,9	-	-	-	-	-
LL220111-7	0,22	1,55	4,13	4,15	1,58	3,37	0,23	99,58	-	-	-	-	-
120183-02	0,16	3,84	7,72	3,77	0,78	-	0,12	100,66	28,2	15,5	279	246	-
LL270406-2	0,12	1,76	5,35	3,54	1,58	0,88	0,19	99,98	54	11	145	434	50
41	0,198	4,33	8,22	3,48	0,86	0,89	0,268	101	-	-	-	-	-
LELO90710-3	0,16	3,18	7,76	4,09	1,02	-0,17	0,28	99,25	-	-	-	-	-
LL270406-3	0,15	2,08	4,91	4,5	1,56	0,19	0,21	99,87	15	<2	89	438	39
LL220111-4	0,114	1,74	4,559	3,63	2,014	-0,033	0,157	99,53	<10	13	127	307	10
43	0,191	3,67	7,77	3,41	0,84	1,7	0,262	98,7	-	-	-	-	-
LL140208-3A	0,01	0,33	1,47	3,57	3,76	0,63	0,05	99,71	9	<2	13	-	117
LL140208-2A	0,09	1,17	5,69	4,096	2,078	1,232	0,189	99,41	30	15	160	-	41

No. Muestra	Sr	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
LL300312-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL140208-1	-	9,13	19	2,34	10,2	2,03	0,751	1,93	0,315	1,95	0,412	1,12
LL270406-1	609	9,7	21,05	2,74	13,9	3,33	1,06	3,43	0,53	3,24	0,69	1,84
56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL190311-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL190311-3	270	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL170311-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL310107-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
123	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XA-310	-	10	25	-	18	-	-	-	-	-	-	-
LEL090710-6	473	11,34	21,15	2,714	11,45	3,247	1,053	3,109	0,486	3,062	0,675	1,878
LL170311-1	424	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LEL070710-1		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL200111-2	511	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL200111-1	268	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL160311-1	476	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL140208-2B	-	10,1	20,92	2,569	11,13	2,271	0,824	2,211	0,357	2,193	0,463	1,255
LL190111-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IXa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL220111-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
120183-02	460	10	25,4	-	14,1	3,61	1,17	-	0,49	-	-	-
LL270406-2	505	19,9	40,7	4,86	21,3	4,24	1,18	3,87	0,58	3,6	0,79	2,21
41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LEL090710-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL270406-3	433	22	45,4	5,6	26	5,31	1,51	5,21	0,79	5,03	1,12	3,11
LL220111-4	377	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL140208-3A	-	29,26	46,88	4,272	13,76	1,79	0,4	1,436	0,218	1,292	0,279	0,849
LL140208-2A	-	18,34	35,6	4,141	17,25	3,088	0,964	2,88	0,467	2,885	0,615	1,732

No. Muestra	Yb	Lu	Hf	Ta	Cs	Zr	Nb	Y	Sc	Th	Edad (Ma)	Método
LL300312-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL140208-1	1,09	0,26	1,35	-	0,66	52	1,82	11,3	19	1,42	-	-
LL270406-1	1,58	0,29	-	-	-	64	<5	19,4	37	-	-	-
56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL190311-4	-	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL190311-3	-	-	-	-	-	127	<5	<10	30	-	-	-
LL170311-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL310107-2	-	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
123	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XA-310	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LEL090710-6	1,768	-	-	-	-	110	<5	17,76	-	-	-	-
LL170311-1	-	-	-	-	-	189	<5	<10	44	-	-	-
LEL070710-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL200111-2	-	-	-	-	-	84	<5	<10	25	-	-	-
LL200111-1	-	0,27	-	-	-	96	<5	<10	28	-	-	-
LL160311-1	-	-	-	-	-	177	<5	<10	34	-	-	-
LL140208-2B	1,189	0,18	1,41	-	0,97	47	1,66	12,6	32	3,61	-	-
LL190111-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IXa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL220111-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
120183-02	2,17	-	2,35	0,15	-	89,4	2,8	-	34	2,1	-	-
LL270406-2	2,02	0,43	-	-	-	124	<5	22,2	17	-	-	-
41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LEL090710-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL270406-3	2,93	-	-	-	-	147	<5	30	17	-	-	-
LL220111-4	-	-	-	-	-	86	<5	<10	15	-	-	-
43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL140208-3A	1,023	0,18	3,6	-	2,96	138	2,96	8,6	2	16,67	-	-
LL140208-2A	1,692	0,17	2,58	-	2,39	92	2,55	17,7	16	5	-	-

No. Muestra	Referencia	Formación/Lugar	SiO₂	TiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	FeO
LL091105-6	Lara y Moreno, 2012	Lavas antiguas de Fiuchá	59,45	0,75	16,67	8,81	-
CAJ-4	Sellés y Moreno, 2011	Calbuco 1	55,09	0,99	18,84	8,68	-
CAJ-4	Sellés y Moreno, 2011	Plc1	55,09	0,99	18,84	8,68	-
SCA-083	Sellés y Moreno, 2011	Hc3	54,3	1,18	17,92	9,24	-
CAJ-11	Sellés y Moreno, 2011	Plc2	56,87	0,96	18,4	8,08	-
CAJ-5	Sellés y Moreno, 2011	Hc3	54,89	0,91	19,38	8,81	-
SCA-020A	Sellés y Moreno, 2011	Calbuco 1	54,44	0,73	19,22	7,86	-
CAJ-20	Sellés y Moreno, 2011	Plc2	55,61	0,76	18,96	8,69	-
CAJ-17	Sellés y Moreno, 2011	Plc2	53,18	0,94	20,21	8,86	-
SCA-044	Sellés y Moreno, 2011	Calbuco 1	56,58	0,88	18,2	8,46	-
SCA-064A	Sellés y Moreno, 2011	Hc3	53,18	1,28	19,2	9,2	-
SCA-077A	Sellés y Moreno, 2011	Plc2	64,79	0,75	18,24	2,85	-
SCA-081	Sellés y Moreno, 2011	Hc3	64,56	0,73	18,31	2,83	-
SCA-045	Sellés y Moreno, 2011	Calbuco 1	54	1,19	18,42	9,44	-
SCA-059	Sellés y Moreno, 2011	Hc4	54,75	0,95	20,37	8,05	-
SCA-053A	Sellés y Moreno, 2011	Plc1	50,61	0,95	22,34	9,69	-
SCA-53A	Sellés y Moreno, 2011	Calbuco 1	50,61	0,95	22,34	9,69	-
SCA-065	Sellés y Moreno, 2011	Hc3	57,38	1	18,03	8,38	-
SCA-055	Sellés y Moreno, 2011	Plc2	53,77	0,91	20	8,52	-
SCA-053B	Sellés y Moreno, 2011	Plc1	53,19	0,95	19,69	9,77	-
SCA-53B	Sellés y Moreno, 2011	Calbuco 1	53,19	0,95	19,69	9,77	-
SCA-061	Sellés y Moreno, 2011	Plc2	56,46	1	18,58	8,56	-
SCA-067	Sellés y Moreno, 2011	Plc2	58,74	0,93	17,61	7,67	-
SCA-068	Sellés y Moreno, 2011	Hc3	57,81	1,02	17,47	8,47	-
SCA-037	Sellés y Moreno, 2011	Hc4	58,03	0,73	18,98	7,11	-
SCA-063	Sellés y Moreno, 2011	Plc2	59,34	0,93	17,99	7,27	-
SCA-052	Sellés y Moreno, 2011	Calbuco 1	55,05	0,87	20,41	7,65	-
SCA-056	Sellés y Moreno, 2011	Hc4	55,47	0,84	20,49	7,85	-
SCA-058	Sellés y Moreno, 2011	Hc3	56,94	0,99	18,95	8,06	-
SCA-034A	Sellés y Moreno, 2011	Plc2	60,25	0,82	17,76	7,05	-

No. Muestra	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	H2O+	P2O5	Total	Cr	Ni	V	Ba	Rb
LL091105-6	0,17	1,8	6,83	3,79	1,02	0,33	0,32	99,94	15	<2	260	281	24
CAJ-4	0,16	3,9	8,51	3,06	0,6	0,54	0,17	100,54	25		205	177	17
CAJ-4	0,16	3,9	8,51	3,06	0,6	0,54	0,17	99,72	25	-	205	177	17
SCA-083	0,07	4,12	8,95	3,62	0,46	0,4	0,13	99,15	20	12	247	123	16
CAJ-11	0,14	3,6	8,12	3,11	0,56	0,31	0,15	99,88	19	-	208	165	17
CAJ-5	0,15	3,75	8,69	2,76	0,52	0,07	0,13	99,74	16	-	275	166	17
SCA-020A	0,12	3,33	10,53	3,19	0,35	-	0,22	99,99	28	-	107	-	-
CAJ-20	0,17	3,65	8,68	2,87	0,44	0,5	0,18	99,78	7	-	151	150	14
CAJ-17	0,14	3,34	9,84	2,94	0,38	0,42	0,16	99,85	8	6	80	174	17
SCA-044	0,15	2,92	8,26	3,78	0,62	0,31	0,15	100,31	26	15	192	115	16
SCA-064A	0,17	3,04	9,61	3,67	0,48	0,43	0,18	99,39	21	11	260	94	14
SCA-077A	0,09	0,93	6,79	4,47	0,9	0,24	0,19	99,54	6	14	76	179	18
SCA-081	0,06	0,92	6,87	4,64	0,9	0,16	0,17	99,52	7	14	69	190	19
SCA-045	0,16	2,98	9,35	3,87	0,45	0,15	0,12	100,13	17	16	263	105	16
SCA-059	0,16	2,35	8,87	3,8	0,59	0,29	0,11	99,4	14	12	178	130	17
SCA-053A	0,15	2,75	9,85	3,17	0,38	1,42	0,11	99,57	15	15	186	105	15
SCA-53A	0,15	2,75	9,85	3,17	0,38	1,42	0,11	101,42	15	15	186	105	15
SCA-065	0,17	2,29	8,09	3,8	0,69	0,38	0,17	99,52	27	12	209	133	17
SCA-055	0,14	2,31	9,88	3,78	0,5	0,15	0,18	99,56	17	15	226	99	15
SCA-053B	0,17	2,64	9,38	3,61	0,46	0,45	0,15	99,54	10	16	227	109	13
SCA-53B	0,17	2,64	9,38	3,61	0,46	0,45	0,15	100,46	10	16	227	109	13
SCA-061	0,17	2,28	8,32	3,82	0,64	0,37	0,16	99,22	13	12	210	123	16
SCA-067	0,16	2,02	7,99	4,08	0,64	0,26	0,16	99,58	26	12	187	138	16
SCA-068	0,17	2,21	8,08	3,91	0,7	0,39	0,16	99,41	14	12	211	134	16
SCA-037	0,11	1,85	8,68	3,71	0,62	-	0,17	99,52	4	-	106	-	-
SCA-063	0,14	1,89	7,42	3,97	0,89	0,14	0,17	99,58	15	11	173	170	20
SCA-052	0,13	1,98	9,4	3,81	0,55	0,25	0,15	100,25	-	15	176	128	16
SCA-056	0,16	2,02	8,69	3,76	0,61	0,01	0,12	99,55	9	11	152	142	18
SCA-058	0,16	2,07	8,1	3,85	0,7	0,25	0,17	99,55	13	11	172	140	17
SCA-034A	0,12	1,77	7,23	3,98	0,7	-	0,32	99,7	9	-	122	-	-

No. Muestra	Sr	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
LL091105-6	478	14,1	30,2	3,91	17,7	3,99	1,28	3,99	0,648	4,09	0,873	2,45
CAJ-4	381	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CAJ-4	381	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SCA-083	304	6,5	15,5	2,23	10	2,78	0,94	2,97	0,5	3,15	0,7	1,93
CAJ-11	333	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CAJ-5	343	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SCA-020A	-	4,7	11,5	1,59	8,6	2,39	0,85	2,63	0,43	2,94	0,63	1,82
CAJ-20	344	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CAJ-17	297	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SCA-044	281	5,9	15,2	2,09	10,5	2,92	1,01	3,11	0,51	3,32	0,72	2
SCA-064A	307	5,3	12,7	1,92	8,9	2,66	0,92	2,9	0,49	3,13	0,69	1,92
SCA-077A	303	10,2	23,5	3,25	14,2	3,68	1,13	3,79	0,62	3,89	0,86	2,41
SCA-081	316	10,4	24,4	3,37	14,7	3,78	0,116	3,87	0,64	3,97	0,88	2,47
SCA-045	252	6,2	15,9	2,21	11,3	3,23	1,1	3,57	0,6	4,01	0,89	2,5
SCA-059	301	6,6	15,9	2,3	10,4	2,86	0,93	2,95	0,5	3,1	0,68	1,88
SCA-053A	317	5,7	15	2,09	10,8	2,98	1,03	3,22	0,53	3,48	0,76	2,13
SCA-53A	317	5,7	15	2,09	10,8	2,98	1,03	3,22	0,53	3,48	0,76	2,13
SCA-065	294	7,1	16,9	2,42	10,8	2,98	0,95	3,1	0,51	3,27	0,73	2,01
SCA-055	322	6	15,4	2,09	10,4	2,88	0,98	3,03	0,5	3,3	0,72	2,04
SCA-053B	339	5,9	15,5	2,15	11	3,08	1,06	3,28	0,55	3,59	0,79	2,2
SCA-53B	339	5,9	15,5	2,15	11	3,08	1,06	3,28	0,55	3,59	0,79	2,2
SCA-061	295	7,1	17,1	2,44	11,2	3,05	0,96	3,2	0,54	3,37	0,75	2,08
SCA-067	360	7,2	16,9	2,41	10,8	2,85	0,93	2,93	0,47	2,98	0,65	1,79
SCA-068	287	7,2	17,1	2,45	10,9	3	0,94	3,15	0,52	3,29	0,73	2,06
SCA-037	-	7,3	17,5	2,31	11,7	3,09	1,01	3,3	0,54	3,51	0,75	2,15
SCA-063	338	8,8	19,7	2,69	11,4	2,87	0,9	2,87	0,46	2,88	0,62	1,76
SCA-052	335	7,6	18,9	2,5	12,2	3,19	1,08	3,33	0,54	3,51	0,75	2,1
SCA-056	317	7,1	16,4	2,32	10,2	2,76	0,91	2,84	0,48	2,96	0,65	1,8
SCA-058	313	7,5	17,4	2,46	11	2,98	0,96	3,09	0,52	3,19	0,7	1,94
SCA-034A	-	8,1	19,8	2,59	13,1	3,42	1,09	3,51	0,56	3,71	0,8	2,25

No. Muestra	Yb	Lu	Hf	Ta	Cs	Zr	Nb	Y	Sc	Th	Edad (Ma)	Método
LL091105-6	2,39	0,35	-	-	-	111	<5	26,7	27	-	-	-
CAJ-4	-	-	-	-	-	95	-	23	23	-	-	-
CAJ-4	-	-	-	-	-	95	-	23	23	-	-	-
SCA-083	1,78	0,26	1,73	-	0,38	65	-	16,7	-	0,79	-	-
CAJ-11	-	-	-	-	-	90	-	20	24	-	-	-
CAJ-5	-	-	-	-	-	72	-	19	30	-	-	-
SCA-020A	1,72	0,27	1,44	0,32	0,14	49	1,48	15,5		0,52	160 ± 60 ka	Ar-Ar
CAJ-20	-	-	-	-	-	88	-	21	20	-	-	-
CAJ-17	-	-	-	-	-	114	-	20	10	-	-	-
SCA-044	1,87	0,28	1,54	-	0,33	56	-	17,7	-	1,84	110 ± 50 ka	Ar-Ar
SCA-064A	1,77	0,26	1,55	0,39	0,2	60	-	16,3	-	0,49	-	-
SCA-077A	2,33	0,35	2,46	-	0,43	107	-	22	-	1,09	-	-
SCA-081	2,39	0,36	2,61	0,11	0,83	113	-	21,4	-	1,3	-	-
SCA-045	2,35	0,35	1,73	-	0,56	63	-	21,6	-	1,69	342 ± 78 ka	Ar-Ar
SCA-059	1,79	0,28	1,77	-	0,63	67	-	16,2	-	0,85	-	-
SCA-053A	1,98	0,29	1,36	-	0,49	50	-	18,4	-	1,28	-	-
SCA-53A	1,98	0,29	0,14	-	0,49	50	-	18,4	-	1,28	-	-
SCA-065	1,92	0,29	1,89	-	0,38	73	-	17,5	-	0,82	-	-
SCA-055	1,87	0,28	1,35	-	0,09	52	-	17,6	-	1,52	-	-
SCA-053B	2,04	0,31	1,42	-	0,31	54	-	19,1	-	1,36	-	-
SCA-53B	2,04	0,31	1,42	-	0,31	54	-	19,1	-	1,36	-	-
SCA-061	1,99	0,29	1,79	-	0,41	68	-	18,5	-	0,79	-	-
SCA-067	1,72	0,25	1,95	-	0,27	80	-	16,2	-	0,73	-	-
SCA-068	1,95	0,29	1,86	-	0,25	74	-	18,3	-	0,86	-	-
SCA-037	2,03	0,32	2,17	0,39	1,19	61	2,73	18,2	-	1,15	-	-
SCA-063	1,65	0,24	2,03	-	0,64	80	-	15,2	-	1,34	-	-
SCA-052	1,95	0,29	1,69	-	0,18	64	-	18,8	-	1,68	160 ± 20 ka	Ar-Ar
SCA-056	1,76	0,27	1,93	-	0,96	72	-	15,3	-	1,5	-	-
SCA-058	1,83	0,27	2,02	-	0,62	77	-	17,1	-	0,97	-	-
SCA-034A	2,17	0,34	2	0,39	0,39	66	2,67	19,5	-	1,11	-	-

No. Muestra	Referencia	Formación/Lugar	SiO₂	TiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	FeO
SCA-051A	Sellés y Moreno, 2011	Plc1	55,07	0,74	21,79	8,29	-
SCA-51A	Sellés y Moreno, 2011	Calbuco 1	55,07	0,74	21,79	8,29	-
SCA-062	Sellés y Moreno, 2011	Plc2	57,16	0,99	18,08	8,69	-
SCA-034B	Sellés y Moreno, 2011	Plc2	59,8	0,82	18,12	7,16	-
SCA-007	Sellés y Moreno, 2011	Hc3	57,76	0,83	19,29	7,95	-
SCA-060	Sellés y Moreno, 2011	Hc4	59,3	0,73	18,9	6,88	-
SCA-066	Sellés y Moreno, 2011	Plc2	60,21	0,8	18,19	6,94	-
SCA-080	Sellés y Moreno, 2011	Hc3	59,82	0,73	17,51	6,03	-
LL280111-3	Lara y Moreno, 2012	Volcán Casablanca	50,78	0,947	18,2	9,08	-
LL220111-1	Lara y Moreno, 2012	Volcán Casablanca	50,66	0,886	19,02	9,08	-
LL180311-7	Lara y Moreno, 2012	Volcán Casablanca	52,03	0,928	17,77	8,657	-
LL280111-5	Lara y Moreno, 2012	Volcán Casablanca	52,31	1,01	17,43	9,13	-
HM1280	Lara y Moreno, 2012	Volcán Casablanca	51,52	0,88	19,29	2,82	5,98
LELO80710-9	Lara y Moreno, 2012	Volcán Sarnoso	53,87	1	16,89	9,11	-
LL300312-8	Lara y Moreno, 2012	Volcán de Álvarez	53,78	0,92	18,4	9,94	-
LL300312-6	Lara y Moreno, 2012	Volcán Casablanca	55,46	0,83	18,35	8,89	-
LL091105-9	Lara y Moreno, 2012	Volcán Casablanca	53,59	1,04	18,39	8,13	-
LL180311-6	Lara y Moreno, 2012	Volcán Casablanca	52,14	1,139	18,84	6,89	-
LL290406-2	Lara y Moreno, 2012	Volcán Casablanca	54,92	1,08	17,1	8,58	-
LL220111-2	Lara y Moreno, 2012	Volcán Casablanca	54,26	1,033	18,62	8,41	-
LL280111-1	Lara y Moreno, 2012	Volcán Casablanca	59,97	1,034	16,42	7,13	-
LL091105-7	Lara y Moreno, 2012	Volcán Casablanca	52,78	1,01	18,82	8,52	-
LL300312-3	Lara y Moreno, 2012	Volcán Casablanca	52,74	1,1	17,73	9,7	-
LELO90710-1	Lara y Moreno, 2012	Volcán Sarnoso	55,13	1,65	14,61	11,77	-
LL300312-4	Lara y Moreno, 2012	Volcán Casablanca	64,52	0,72	16,41	5,42	-
LL300312-5	Lara y Moreno, 2012	Volcán Casablanca	64,53	0,72	16,31	5,58	-
LL180311-5	Lara y Moreno, 2012	Volcán Casablanca	60,58	1,002	18,61	5,578	-
LL280111-6	Lara y Moreno, 2012	Volcán Casablanca	59,846	0,93	16,055	8,181	-
V2-4	Hickey y Vargas, 1989	Villarrica 2	51,97	0,98	16,9	9,51	-
V2-8	Hickey y Vargas, 1989	Villarrica 2	51,47	0,86	17,58	9,12	-

No. Muestra	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	H2O+	P2O5	Total	Cr	Ni	V	Ba	Rb
SCA-051A	0,16	2,07	7,5	3,7	0,47	2,08	0,21	99,57	28	16	119	107	15
SCA-51A	0,16	2,07	7,5	3,7	0,47	2,08	0,21	102,08	28	16	119	107	15
SCA-062	0,18	2,12	8,24	3,73	0,61	0,37	0,2	99,48	15	12	172	122	16
SCA-034B	0,12	1,74	7,17	4,02	0,7	-	0,35	99,5	14	-	115	-	-
SCA-007	0,13	1,84	8,17	3,3	0,57	0,06	0,16	99,51	9	-	107	-	-
SCA-060	0,15	1,51	7,36	4,23	0,78	0,28	0,17	99,54	10	12	135	142	18
SCA-066	0,15	1,42	6,81	4,37	0,94	0,2	0,17	99,59	16	13	146	176	20
SCA-080	0,13	0,89	9,47	4,43	0,83	0,06	0,16	99,83	8	8	75	189	20
LL280111-3	0,161	7,52	9,25	2,6	0,413	0,752	0,156	99,86	52	13	177	383	104
LL220111-1	0,157	6,8	9,26	2,903	0,707	-0,149	0,277	99,6	70	23	163	355	129
LL180311-7	0,15	6,468	9,002	2,644	0,397	1,492	0,165	99,7	95	49	164	261	13
LL280111-5	0,162	6,31	8,96	3,11	0,825	0,197	0,173	99,62	25	2	166	360	124
HM1280	0,15	5,61	9,43	2,7	0,55	-	0,08	99,01	-	-	-	-	-
LELo80710-9	0,14	5,7	8,42	3,2	0,96	0,06	0,19	99,54	95	15	178	155	10
LL300312-8	0,17	5,52	7,79	2,72	0,32	-0,11	0,23	99,68	-	-	-	-	-
LL300312-6	0,16	4,93	7,26	2,73	0,7	0,05	0,13	99,49	-	-	-	-	-
LL091105-9	0,15	4,32	9,91	3,11	0,65	0,28	0,22	99,79	64	14	277	210	15
LL180311-6	0,068	3,65	8,54	1,722	0,415	6,178	0,108	99,69	59	34	196	314	14
LL290406-2	0,21	4,34	7,82	3,35	1,25	0,92	0,26	99,83	79	21	224	472	27
LL220111-2	0,151	4,08	7,93	3,316	1,249	0,279	0,231	99,56	29	4	192	423	9
LL280111-1	0,175	3,41	4,83	4,12	1,64	0,511	0,322	99,56	<10	19	183	438	<5
LL091105-7	0,14	3,79	10,02	3,07	0,69	0,56	0,18	99,58	47	10	249	227	14
LL300312-3	0,18	3,91	9,68	3,62	0,62	0,16	0,2	99,64	-	-	-	-	-
LELo90710-1	0,18	4,4	7,93	3,92	0,92	-0,29	0,27	100,49	8	13	320	262	9
LL300312-4	0,11	1,8	4,43	3,93	1,92	0,13	0,2	99,59	-	-	-	-	-
LL300312-5	0,12	1,78	4,57	4,04	1,79	-0,1	0,2	99,54	-	-	-	-	-
LL180311-5	0,133	1,545	5,085	3,772	1,788	1,168	0,291	99,55	<10	5	170	295	25
LL280111-6	0,183	2,169	5,89	3,427	1,978	0,907	0,224	99,79	-	-	-	-	-
V2-4	0,16	7,4	9,81	2,92	0,58	-	0,19	100,42	333	102	223	182	12,9
V2-8	0,15	7,04	10,84	2,67	0,43	-	0,13	100,29	225	70	217	138	9,7

No. Muestra	Sr	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
SCA-051A	279	7,6	18,4	2,55	12,6	3,24	1,12	3,35	0,53	3,43	0,75	2,1
SCA-51A	279	7,6	18,4	2,55	12,6	3,24	1,12	3,35	0,53	3,43	0,75	2,1
SCA-062	318	6,6	16,1	2,34	10,6	2,9	0,95	3	0,5	3,12	0,69	1,92
SCA-034B	-	9,7	20,7	2,7	13,6	3,43	1,09	3,6	0,59	3,85	0,82	2,34
SCA-007	-	7,2	17,2	2,19	11	2,87	0,97	3,12	0,52	3,38	0,74	2,12
SCA-060	317	7,3	17,1	2,37	10,5	2,76	0,89	2,8	0,46	2,88	0,63	1,74
SCA-066	321	10,1	22,5	3,01	12,8	3,15	0,96	3,11	0,5	3,09	0,68	1,91
SCA-080	313	10,9	24,2	3,31	14,7	3,73	0,114	3,86	0,63	3,96	0,88	2,43
LL280111-3	386	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL220111-1	433	10,7	23,1	2,88	12,8	2,96	0,991	2,96	0,478	2,98	0,645	1,74
LL180311-7	356	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL280111-5	368	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HM1280	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LELo80710-9	428	11,44	24,725	3,159	13,05	3,557	1,124	3,333	0,524	3,177	0,689	1,935
LL300312-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL300312-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL091105-9	466	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL180311-6	297	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL290406-2	592	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL220111-2	511	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL280111-1	351	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL091105-7	528	9,31	20,5	2,63	12	2,83	0,957	2,95	0,483	3,08	0,642	1,82
LL300312-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LELo90710-1	362	12,93	28,225	3,869	16,858	4,653	1,468	4,593	0,746	4,583	1,033	2,818
LL300312-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL300312-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL180311-5	239	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL280111-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V2-4	439	7,32	18,7	-	11,9	3,05	0,92	-	0,49	-	-	-
V2-8	410	4,21	12,9	-	8,9	2,38	0,85	-	0,4	-	-	-

No. Muestra	Yb	Lu	Hf	Ta	Cs	Zr	Nb	Y	Sc	Th	Edad (Ma)	Método
SCA-051A	2,02	0,31	1,74	-	0,51	65	-	19,3	-	1,62	-	-
SCA-51A	2,02	0,31	1,74	-	0,51	65	-	19,3	-	1,62	-	-
SCA-062	1,86	0,28	1,81	-	0,41	73	-	16,5	-	0,74	-	-
SCA-034B	2,22	0,35	2,36	0,41	0,63	66	3,08	20,1	-	1,38	-	-
SCA-007	1,98	0,32	2,04	0,38	1,15	57	2,37	18,2	-	1,25	-	-
SCA-060	1,72	0,25	1,9	-	0,4	75	-	15,5	-	0,92	-	-
SCA-066	1,87	0,28	2,31	0,1	0,44	99	-	16,8	-	1,24	-	-
SCA-080	2,36	0,35	2,57	0,11	1,16	113	-	22,2	-	1,25	-	-
LL280111-3	-	-	-	-	-	54	<5	<10	31	-	350 ± 100 ka	Ar-Ar
LL220111-1	1,67	0,24	-	-	-	60	<5	<10	25	-	300 ± 90 ka	Ar-Ar
LL180311-7	-	-	-	-	-	147	<5	<10	31	-	-	-
LL280111-5	-	-	-	-	-	54	<5	<10	35	-	-	-
HM1280	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LELo80710-9	1,899	0,28	-	-	-	118	<5	19,27	-	-	250 ± 30 ka	Ar-Ar
LL300312-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	320 ± 90 ka	Ar-Ar
LL300312-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	230 ± 90 ka	Ar-Ar
LL091105-9	-	-	-	-	-	74	<5	19,4	30	-	-	-
LL180311-6	-	-	-	-	-	119	<5	<10	27	-	-	-
LL290406-2	-	-	-	-	-	144	<5	27	25	-	-	-
LL220111-2	-	-	-	-	-	84	<5	<10	25	-	-	-
LL280111-1	-	-	-	-	-	93	<5	<10	18	-	-	-
LL091105-7	1,73	0,25	-	-	-	79	<5	18,9	28	-	-	-
LL300312-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150 ± 40 ka	Ar-Ar
LELo90710-1	2,531	0,38	-	-	-	118	<5	28,55	-	-	340 ± 30 ka	Ar-Ar
LL300312-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL300312-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL180311-5	-	-	-	-	-	212	<5	<10	19	-	-	-
LL280111-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V2-4	2,04	0,31	2	-	1,1	84	1,9	19,5	31,3	1,3	-	-
V2-8	1,41	0,22	1,7	-	1	62	1,3	17	35,3	0,6	-	-

No. Muestra	Referencia	Formación/Lugar	SiO₂	TiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	FeO
HL-2	Hickey y Vargas, 1989	Huililco	51,93	1,08	17,57	9,03	-
HL-1a	Hickey y Vargas, 1989	Huililco	51,48	1,16	17,75	9	-
PI-1	Hickey y Vargas, 1989	Pichares	50,87	1,23	18,08	9,4	-
CR-1	Hickey y Vargas, 1989	Cerro Redondo	51,79	1,03	18,05	9,24	-
V2-2a	Hickey y Vargas, 1989	Villarrica 2	51,79	1,14	16,89	10,03	-
V3-5a	Hickey y Vargas, 1989	Flujo de 1971	52,19	1,14	16,82	9,73	-
V3-6	Hickey y Vargas, 1989	Flujo de 1971	52,37	1,15	16,85	9,76	-
V1-3	Hickey y Vargas, 1989	Villarrica 1	52,49	1,23	16,55	10,25	-
V3-7	Hickey y Vargas, 1989	Flujo de 1971	52,6	1,15	16,79	9,76	-
V3-2	Hickey y Vargas, 1989	Villarrica 3	52,04	1,14	17,59	9,71	-
V3-8	Hickey y Vargas, 1989	Flujo de 1984	52,23	1,16	16,86	9,98	-
V-1	Hickey y Vargas, 1989	Flujo de edad indeterminada	52,16	1,13	17,44	9,54	-
V2-9	Hickey y Vargas, 1989	Villarrica 2	52,74	1,03	18,2	9,13	-
V2-1a	Hickey y Vargas, 1989	Villarrica 2	52,87	1,11	17,37	9,28	-
V2-6	Hickey y Vargas, 1989	Villarrica 2	52,4	1,11	17,97	9,3	-
V1-2	Hickey y Vargas, 1989	Villarrica 1	55,56	1,02	16,88	8,42	-
CR-2	Hickey y Vargas, 1989	Cerro Redondo	50,91	1,16	19,5	9,44	-
V3-4	Hickey y Vargas, 1989	Villarrica 3	52,43	1,17	18,13	9,36	-
V3-3	Hickey y Vargas, 1989	Villarrica 3	52,21	1,32	16,62	10,46	-
V3-1	Hickey y Vargas, 1989	Villarrica 3	52,71	1,23	18,25	8,81	-
V2-7	Hickey y Vargas, 1989	Villarrica 2	52,68	1,05	18,74	8,92	-
V-3	Hickey y Vargas, 1989	Flujo de edad indeterminada	53,15	1,08	18,68	8,74	-
HM-1	Hickey y Vargas, 1989	Huele-Molle	51,84	1,25	18,48	9,7	-
V2-3	Hickey y Vargas, 1989	Villarrica 2	55	1,37	16,11	10,06	-
V1-1	Hickey y Vargas, 1989	Villarrica 1	56,69	1,29	15,79	10,03	-
V-2	Hickey y Vargas, 1989	Flujo de edad indeterminada	55,84	1,13	16,28	10,24	-
V2-5	Hickey y Vargas, 1989	Villarrica 2	55,38	1,32	16,04	10,68	-
QI-2	Hickey y Vargas, 1989	Quetrupillán 1	56,44	1,45	16,7	9,4	-
Q1-3	Hickey y Vargas, 1989	Quetrupillán 1	56,69	1,4	16,62	9,38	-
QI-1	Hickey y Vargas, 1989	Quetrupillán 1	56,41	1,41	16,07	10,36	-

No. Muestra	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	H2O+	P2O5	Total	Cr	Ni	V	Ba	Rb
HL-2	0,16	6,56	9,21	3,03	1,08	-	0,34	99,99	-	-	-	-	-
HL-1a	0,16	6,24	9,18	3,27	1,13	-	0,38	99,75	-	-	-	-	-
PI-I	0,15	6,41	8,4	3,3	1,21	-	0,43	99,48	-	-	-	-	-
CR-1	0,15	6,21	9,13	3,38	0,93	-	0,39	100,3	-	-	-	-	-
V2-2a	0,16	6,63	9,77	2,91	0,61	-	0,21	100,14	248	85	246	191	14,6
V3-5a	0,16	6,12	9,61	3,18	0,63	-	0,24	99,82	-	-	-	-	-
V3-6	0,16	6,11	9,58	3,21	0,65	-	0,22	100,06	-	-	-	-	-
V1-3	0,16	6,4	9	3,08	0,71	-	0,24	100,11	228	81	222	229	17,8
V3-7	0,16	6,05	9,62	3,12	0,65	-	0,22	100,12	-	-	-	-	-
V3-2	0,15	5,74	9,74	3,2	0,64	-	0,22	100,17	-	-	-	-	-
V3-8	0,16	5,85	9,44	3,17	0,66	-	0,24	99,75	-	-	-	-	-
V-1	0,16	5,46	10,06	3,06	0,68	-	0,24	99,93	-	-	-	-	-
V2-9	0,15	5,07	10,22	3,08	0,58	-	0,19	100,39	108	42	246	181	12,2
V2-1a	0,15	5,08	9,86	2,88	0,64	-	0,2	99,44	134	42	246	200	15,1
V2-6	0,15	5,01	10,31	3	0,66	-	0,23	100,14	126	40	254	200	15,5
V1-2	0,17	4,53	8,32	3,98	0,9	-	0,22	100	86	21	192	287	19,4
CR-2	0,15	4,98	9,15	3,48	0,94	-	0,3	100,01	-	-	-	-	-
V3-4	0,15	4,9	9,95	3,23	0,68	-	0,24	100,24	-	-	-	-	-
V3-3	0,17	5,33	9,59	3,13	0,78	-	0,28	99,89	-	-	-	-	-
V3-1	0,17	4,48	9,91	3,38	0,69	-	0,29	99,92	-	-	-	-	-
V2-7	0,15	4,47	10,25	3,06	0,61	-	0,19	100,12	147	36	239	196	14
V-3	0,15	4,32	10,26	3,2	0,66	-	0,21	100,45	-	-	-	-	-
HM-1	0,17	4,73	8,95	3,63	0,86	-	0,45	100,06	-	-	-	-	-
V2-3	0,16	4,2	8,1	3,83	0,86	-	0,29	99,98	35	22	312	255	20,4
V1-1	0,18	3,56	7,2	3,51	1,03	-	0,27	99,55	20	19	266	285	24,7
V-2	0,17	3,58	7,74	3,86	0,91	-	0,25	100	-	-	-	-	-
V2-5	0,17	3,67	7,65	3,75	0,91	-	0,26	99,83	17	12	300	256	21,4
QI-2	0,16	3,17	6,77	4,33	1,47	-	0,4	100,29	-	-	-	-	-
Q1-3	0,15	3,08	7	4,12	1,37	-	0,4	100,21	-	-	-	-	-
QI-1	0,17	3,07	6,61	4	1,52	-	0,41	100,03	-	-	-	-	-

No. Muestra	Sr	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
HL-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HL-1a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PI-I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CR-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V2-2a	429	7,8	19,8	-	12,2	3,29	1,15	-	0,68	-	-	-
V3-5a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V3-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V1-3	437	7,96	22,3	-	15,1	3,92	1,21	-	0,55	-	-	-
V3-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V3-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V3-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V2-9	474	6,68	18,2	-	12	3,06	1,07	-	0,47	-	-	-
V2-1a	437	7,74	19,5	-	13,2	3,5	1,07	-	0,66	-	-	-
V2-6	453	8,15	21,5	-	13,6	3,75	1,16	-	0,55	-	-	-
V1-2	463	10,6	25,9	-	15,5	3,95	1,2	-	0,6	-	-	-
CR-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V3-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V3-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V2-7	482	6,8	19	-	12,1	3,28	1,06	-	0,57	-	-	-
V-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HM-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V2-3	428	10,1	25,8	-	16,3	4,32	1,28	-	0,72	-	-	-
V1-1	402	10,6	27,8	-	17	4,42	1,31	-	0,77	-	-	-
V-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V2-5	428	9,76	26,3	-	16,6	4,14	1,26	-	0,56	-	-	-
QI-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Q1-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
QI-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

No. Muestra	Yb	Lu	Hf	Ta	Cs	Zr	Nb	Y	Sc	Th	Edad (Ma)	Método
HL-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HL-1a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PI-I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CR-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V2-2a	2,35	0,36	2,5	-	1,6	92	2,4	21,9	33,3	1,5	-	-
V3-5a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V3-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V1-3	2,42	0,36	2,9	-	1,7	106	2,3	24,4	31,9	1,3	-	-
V3-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V3-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V3-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V2-9	1,91	0,3	2,1	-	0,9	84	2,9	19,9	33,5	1	-	-
V2-1a	2,33	0,33	2,3	-	1,62	95	2,6	21,7	32,6	1,7	-	-
V2-6	2,25	0,34	2,5	-	1,3	97	2,4	22,6	33,4	1,5	-	-
V1-2	2,5	0,37	2,9	-	1,3	118	3,6	23,1	30,9	1,8	-	-
CR-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V3-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V3-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V2-7	1,99	0,31	2,2	-	1,2	89	2,5	20,7	31,3	1,3	-	-
V-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HM-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V2-3	2,66	0,36	2,8	-	1,4	114	2,8	25,2	32,4	1,7	-	-
V1-1	3,05	0,42	3,2	-	2,22	124	3,2	27,6	32,9	2,2	-	-
V-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V2-5	2,83	0,4	3,1	-	2	118	3,1	27,1	32,2	2	-	-
QI-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Q1-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
QI-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

No. Muestra	Referencia	Formación/Lugar	SiO₂	TiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	FeO
Q2-1	Hickey y Vargas, 1989	Quetrupillán 2	62,22	1,3	15,16	6,78	-
Q3-1	Hickey y Vargas, 1989	Quetrupillán 3	64,33	1,09	15,38	5,56	-
Q2-2	Hickey y Vargas, 1989	Quetrupillán 2	64,57	1,08	15,6	5,43	-
Q3-2	Hickey y Vargas, 1989	Quetrupillán 3	64,32	1,12	15,41	5,49	-
V-4	Hickey y Vargas, 1989	Flujo de edad indeterminada	70,47	0,38	14,02	4,22	-
LL 290510-6	L.E. Lara, datos inéditos	Lonquimay	47,56	1,00	18,72	11,36	-
LL 310510-8	L.E. Lara, datos inéditos	Lonquimay	55,89	1,52	15,21	9,82	-
LL 290510-4	L.E. Lara, datos inéditos	Lonquimay	50,66	1,41	17,61	12,12	-
LL 290510-5	L.E. Lara, datos inéditos	Lonquimay	51,54	1,42	17,18	12,18	-
LL 010610-1	L.E. Lara, datos inéditos	Lonquimay	52,11	1,33	18,42	11,02	-
LL 020610-2	L.E. Lara, datos inéditos	Lonquimay	54,56	1,72	15,81	12,31	-
LL 010610-3	L.E. Lara, datos inéditos	Lonquimay	55,23	1,81	15,64	12,56	-
LL 010610-2	L.E. Lara, datos inéditos	Lonquimay	58,39	1,51	14,41	11,68	-
XA-312	Lara et al. 2001	Volcán La Picada	50,89	1,03	17,06	3,06	6,51
230498-5B	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	52,34	1,05	18,1	-	8,68
240498-3A	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	52,5	1,04	17,87	-	8,94
230498-4A	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	52,18	1,01	18,27	-	8,83
190198-2	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	50,95	0,98	17,67	-	9,39
230498-5A	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	52,41	1,07	17,73	-	9
230498-2B	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Fisural 3	52,25	1,03	18,02	-	8,78
141287-1	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	52,61	1,08	17,58	-	8,99
LT-3A	Naranjo y Moreno, 2005	Secuencia Trifultriful	52,83	0,99	18,14	-	8,65
230498-6	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	52,55	1,12	17,38	-	9
190198-3B	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	52	1,03	17,68	-	9,16
LT-3H	Naranjo y Moreno, 2005	Secuencia Trifultriful	53,13	1,12	19,09	-	7,97
050487-6	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	53,12	0,97	18,47	-	8,66
220498-3	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	52,48	1,08	17,8	-	8,87
050487-7	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	52,57	1,01	18,25	-	8,86
190198-3A	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	52,42	1,13	17,27	-	9,21
050381-3	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	51,84	1,02	17,76	-	9,7

No. Muestra	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	H2O+	P2O5	Total	Cr	Ni	V	Ba	Rb
Q2-1	0,14	1,65	4	5,02	2,89	-	0,46	99,62	-	-	-	-	-
Q3-1	0,14	1,25	3,27	5,46	2,96	-	0,36	99,8	-	-	-	-	-
Q2-2	0,12	1,22	3,31	5,2	2,99	-	0,33	99,85	-	-	-	-	-
Q3-2	0,14	1,23	3,3	5,41	2,96	-	0,35	99,73	-	-	-	-	-
V-4	0,1	0,45	1,92	5,11	2,85	-	0,09	99,61	-	-	-	-	-
LL 290510-6	0,16	6,54	11,28	2,67	0,30	-0,03	0,07	99,54	92	38	274	390	12
LL 310510-8	0,15	3,97	6,65	3,66	1,73	0,66	0,43	99,26	20	10	455	699	38
LL 290510-4	0,18	4,38	8,93	3,68	0,50	-0,17	0,14	99,30	88	20	374	554	14
LL 290510-5	0,18	3,75	8,59	3,87	0,54	-0,33	0,17	98,92	77	11	365	554	13
LL 010610-1	0,18	3,15	8,34	4,25	0,53	-0,05	0,17	99,28	21	2	346	521	12
LL 020610-2	0,21	2,67	6,99	4,26	0,83	-0,19	0,25	99,17	<10	3	424	673	20
LL 010610-3	0,23	2,02	6,60	4,36	0,91	-0,28	0,26	99,09	26	4	441	712	20
LL 010610-2	0,23	1,80	5,36	4,60	1,34	-0,04	0,27	99,27	21	4	353	572	25
XA-312	0,14	7,01	9,95	2,79	0,47	0,58	0,22	99,71	-	-	-	145	-
230498-5B	0,15	5,89	9,82	3,1	0,65	-	0,22	100	-	-	-	-	-
240498-3A	0,15	6,02	9,22	3,09	0,68	-	0,49	100	-	-	-	-	-
230498-4A	0,15	5,93	9,67	30,7	0,66	-	0,23	127,63	-	-	-	-	-
190198-2	0,16	6,28	10,67	3,12	0,6	-	0,19	100,01	-	-	-	-	-
230498-5A	0,15	6,01	9,7	3,07	0,61	-	0,24	99,99	-	-	-	-	-
230498-2B	0,15	5,85	9,91	3,1	0,65	-	0,25	99,99	-	-	-	-	-
141287-1	0,17	5,97	9,42	3,05	0,63	-	0,5	100	-	-	-	-	-
LT-3A	0,16	5,73	9,55	3,13	0,69	-	0,12	99,99	-	-	-	-	-
230498-6	0,15	5,93	9,7	3,09	0,66	-	0,43	100,01	-	-	-	-	-
190198-3B	0,16	5,98	10,02	3,12	0,67	-	0,19	100,01	-	-	-	-	-
LT-3H	0,18	5,15	9,63	3,03	0,57	-	0,13	100	-	-	-	-	-
050487-6	0,15	5,58	9,2	3,03	0,64	-	0,18	100	-	-	-	-	-
220498-3	0,15	5,71	9,78	3,19	0,69	-	0,24	99,99	-	-	-	-	-
050487-7	0,15	5,69	9,67	3,05	0,57	-	0,17	99,99	-	-	-	-	-
190198-3A	0,16	5,81	9,74	3,24	0,81	-	0,2	99,99	-	-	-	-	-
050381-3	0,15	6,07	9,59	3,1	0,61	-	0,17	100,01	-	-	-	-	-

No. Muestra	Sr	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
Q2-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Q3-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Q2-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Q3-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL 290510-6	466	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL 310510-8	410	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL 290510-4	443	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL 290510-5	459	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL 010610-1	523	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL 020610-2	445	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL 010610-3	397	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL 010610-2	363	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XA-312	-	10	18	-	16	-	-	-	-	-	-	-
230498-5B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
240498-3A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230498-4A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190198-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230498-5A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230498-2B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
141287-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LT-3A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230498-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190198-3B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LT-3H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
050487-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
220498-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
050487-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190198-3A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
050381-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

No. Muestra	Yb	Lu	Hf	Ta	Cs	Zr	Nb	Y	Sc	Th	Edad (Ma)	Método
Q2-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Q3-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Q2-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Q3-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL 290510-6	-	-	-	-	-	79	<5	<10	-	-	-	-
LL 310510-8	-	-	-	-	-	183	<5	<10	-	-	-	-
LL 290510-4	-	-	-	-	-	89	<5	<10	-	-	-	-
LL 290510-5	-	-	-	-	-	94	<5	<10	-	-	-	-
LL 010610-1	-	-	-	-	-	102	<5	<10	-	-	-	-
LL 020610-2	-	-	-	-	-	118	5	<10	-	-	-	-
LL 010610-3	-	-	-	-	-	117	8	<10	-	-	-	-
LL 010610-2	-	-	-	-	-	142	9	<10	-	-	-	-
XA-312	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230498-5B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
240498-3A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230498-4A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190198-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230498-5A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230498-2B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
141287-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LT-3A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230498-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190198-3B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LT-3H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
050487-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
220498-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
050487-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190198-3A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
050381-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

No. Muestra	Referencia	Formación/Lugar	SiO₂	TiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	FeO
260483-1	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	51,92	1,02	17,6	-	9,91
030381-3	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	51,78	1,02	17,82	-	9,8
190198-7	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	52,26	1,09	17,56	-	9,13
030381-2	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	51,79	1,03	17,74	-	9,85
050381-1	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	51,34	0,99	18,39	-	9,48
LT-3D	Naranjo y Moreno, 2005	Secuencia Trifultriful	53,35	1,03	18,39	-	8,83
220498-5A	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	54,64	1,04	17,4	-	8,38
190198-6	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Fisural 3	52,61	1,13	17,7	-	9,18
111276-1	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	52,14	1,05	17,7	-	9,38
230498-4B	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	53,01	1,23	17,44	-	9,23
LT-3B	Naranjo y Moreno, 2005	Secuencia Trifultriful	52,76	1,05	18,83	-	8,82
190198-5	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Fisural 3	52,46	1,18	17,31	-	9,46
260483-2	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	51,89	1,07	17,78	-	9,84
LT-3F	Naranjo y Moreno, 2005	Secuencia Trifultriful	54,61	0,88	18,53	-	7,82
260483-4	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	51,99	0,96	18,11	-	9,72
030381-4	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	52,15	1,1	17,77	-	9,73
050381-2	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	52,7	1,11	17,41	-	9,87
121276-3A	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Fisural 3	52,62	1,18	17,59	-	9,74
121276-1A	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Fisural 3	52,65	1,19	17,59	-	9,76
121276-2A	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Fisural 3	52,69	1,24	17,61	-	9,74
121276-4A	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Fisural 3	52,62	1,2	17,57	-	9,85
121276-3B	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Fisural 3	52,32	1,17	17,55	-	10,1
220498-7	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	53,64	1,24	17,2	-	9,37
060487-3	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	54,88	1,17	16,57	-	9,28
121276-1B	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Fisural 3	52,85	1,2	16,78	-	10,2
121276-2B	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Fisural 3	52,39	1,26	17,64	-	10,04
LT-3L	Naranjo y Moreno, 2005	Secuencia Trifultriful	54,77	1,3	16,91	-	9,21
121276-4B	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Fisural 3	52,21	1,19	17,58	-	10,18
250389-1	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	53,15	1,03	17,5	-	9,9
190198-1A	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	54,24	1,17	17,34	-	9,32

No. Muestra	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	H2O+	P2O5	Total	Cr	Ni	V	Ba	Rb
260483-1	0,16	5,99	9,51	3,13	0,59	-	0,17	100	-	-	-	-	-
030381-3	0,16	5,92	9,68	3,03	0,58	-	0,21	100	-	-	-	-	-
190198-7	0,16	5,51	10,25	3,2	0,65	-	0,19	100	-	-	-	-	-
030381-2	0,15	5,94	9,69	3,04	0,57	-	0,19	99,99	-	-	-	-	-
050381-1	0,16	5,7	10,07	3,11	0,54	-	0,2	99,98	-	-	-	-	-
LT-3D	0,16	5,3	9,19	3,01	0,62	-	0,13	100,01	-	-	-	-	-
220498-5A	0,15	5,01	8,9	3,33	0,95	-	0,21	100,01	-	-	-	-	-
190198-6	0,17	5,47	9,59	3,15	0,79	-	0,22	100,01	-	-	-	-	-
111276-1	0,18	5,54	9,52	3,57	0,68	-	0,24	100	-	-	-	-	-
230498-4B	0,17	5,43	9,27	3,23	0,75	-	0,24	100	-	-	-	-	-
LT-3B	0,16	5,15	9,29	3,19	0,63	-	0,12	100	-	-	-	-	-
190198-5	0,17	5,52	9,64	3,25	0,79	-	0,22	100	-	-	-	-	-
260483-2	0,17	5,72	9,55	3,15	0,6	-	0,22	99,99	-	-	-	-	-
LT-3F	0,13	4,54	9,48	3,1	0,8	-	0,11	100	-	-	-	-	-
260483-4	0,18	5,52	9,54	3,24	0,56	-	0,18	100	-	-	-	-	-
030381-4	0,17	5,51	9,54	3,16	0,64	-	0,22	99,99	-	-	-	-	-
050381-2	0,17	5,36	9,16	3,27	0,73	-	0,22	100	-	-	-	-	-
121276-3A	0,16	5,28	9,09	3,36	0,72	-	0,25	99,99	-	-	-	-	-
121276-1A	0,16	5,25	9,11	3,32	0,73	-	0,25	100,01	-	-	-	-	-
121276-2A	0,17	5,1	9,13	3,28	0,77	-	0,26	99,99	-	-	-	-	-
121276-4A	0,16	5,14	9,15	3,29	0,73	-	0,28	99,99	-	-	-	-	-
121276-3B	0,16	5,26	9,14	3,35	0,71	-	0,24	100	-	-	-	-	-
220498-7	0,17	4,87	9,06	3,4	0,8	-	0,26	100,01	-	-	-	-	-
060487-3	0,2	4,8	8,88	3,35	0,68	-	0,19	100	-	-	-	-	-
121276-1B	0,16	5,25	9,24	3,34	0,72	-	0,26	100	-	-	-	-	-
121276-2B	0,17	5,14	9,13	3,26	0,71	-	0,25	99,99	-	-	-	-	-
LT-3L	0,18	4,71	8,66	3,34	0,78	-	0,15	100,01	-	-	-	-	-
121276-4B	0,16	5,2	9,13	3,36	0,72	-	0,28	100,01	-	-	-	-	-
250389-1	0,17	5,02	8,91	3,15	0,9	-	0,25	99,98	-	-	-	-	-
190198-1A	0,17	4,69	8,38	3,55	0,93	-	0,22	100,01	-	-	-	-	-

No. Muestra	Sr	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
260483-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
030381-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190198-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
030381-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
050381-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LT-3D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
220498-5A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190198-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
111276-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230498-4B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LT-3B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190198-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260483-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LT-3F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260483-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
030381-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
050381-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121276-3A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121276-1A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121276-2A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121276-4A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121276-3B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
220498-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
060487-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121276-1B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121276-2B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LT-3L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121276-4B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250389-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190198-1A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

No. Muestra	Yb	Lu	Hf	Ta	Cs	Zr	Nb	Y	Sc	Th	Edad (Ma)	Método
260483-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
030381-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190198-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
030381-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
050381-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LT-3D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
220498-5A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190198-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
111276-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230498-4B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LT-3B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190198-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260483-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LT-3F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260483-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
030381-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
050381-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121276-3A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121276-1A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121276-2A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121276-4A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121276-3B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
220498-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
060487-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121276-1B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121276-2B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LT-3L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121276-4B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250389-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190198-1A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

No. Muestra	Referencia	Formación/Lugar	SiO₂	TiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	FeO
030381-1	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Fisural 3	52,35	1,17	17,66	-	10,12
260100-4	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	53,72	1,11	18,51	-	8,63
230389-05	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	53,04	0,99	18,63	-	8,96
260100-3	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	53,48	1,13	18,35	-	8,71
270483-4	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	53,62	1,16	17,43	-	10,02
270483-1	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	52,53	1,24	17,28	-	10,7
010694-D	Naranjo y Moreno, 2005	Secuencia Trifultriful	53,44	0,89	19,92	-	8,05
230389-11	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Ancestral 1	53,38	1,21	16,58	-	10,49
121276-6	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Ancestral 1	53,26	0,94	20,2	-	8,15
270483-7	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	53,15	1,31	16,9	-	10,69
230389-2	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	55,24	1,09	17,76	-	8,97
010694-Q	Naranjo y Moreno, 2005	Secuencia Trifultriful	53,41	1,01	20,8	-	8,34
040381-1	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	54,31	1,07	16,91	-	10,46
230498-1A	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Fisural 2	55,26	1,34	16,31	-	9,6
230389-9	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	53,84	1,06	19,35	-	8,75
060487-1	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Ancestral 2	54,53	1,51	15,65	-	10,78
080487-5	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Fisural 1	55,92	1,43	16,47	-	9,59
040487-5	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Ancestral 1	55,98	1,27	17,07	-	9,36
260100-2	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Fisural 2	56,2	1,2	17	-	8,86
230389-1	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Cono Principal	55,73	1,2	16,51	-	10,01
260100-1A	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Fisural 2	56,47	1,37	15,96	-	9,75
080487-2C	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Fisural 2	56,34	1,38	16,38	-	9,85
010694-G	Naranjo y Moreno, 2005	Secuencia Trifultriful	57	1,39	15,93	-	10,08
070487-7D(a)	Naranjo y Moreno, 2005	Secuencia Trifultriful	59,88	1,21	16,42	-	7,77
070487-7C	Naranjo y Moreno, 2005	Secuencia Trifultriful	60,69	1,23	16,14	-	7,48
281079-4	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Ancestral 1	54,91	1,24	16,12	-	11,11
070487-7D(b)	Naranjo y Moreno, 2005	Secuencia Trifultriful	59,02	1,14	16,73	-	8,1
281079-6	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Ancestral 1	52,5	1,6	15,18	-	12,99
230389-6B	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Ancestral 1	55,89	1,17	17,61	-	9,71

No. Muestra	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	H2O+	P2O5	Total	Cr	Ni	V	Ba	Rb
030381-1	0,17	5,07	9,22	3,27	0,72	-	0,25	100	-	-	-	-	-
260100-4	0,16	4,28	9,41	3,28	0,64	-	0,26	100	-	-	-	-	-
230389-05	0,16	4,41	9,79	3,17	0,64	-	0,21	100	-	-	-	-	-
260100-3	0,16	4,19	9,76	3,31	0,64	-	0,26	99,99	-	-	-	-	-
270483-4	0,16	4,62	8,31	3,61	0,84	-	0,24	100,01	-	-	-	-	-
270483-1	0,18	4,7	8,81	3,7	0,66	-	0,21	100,01	-	-	-	-	-
010694-D	0,13	3,5	10,44	2,99	0,51	-	0,12	99,99	-	-	-	-	-
230389-11	0,19	4,56	9,4	3,21	0,71	-	0,26	99,99	-	-	-	-	-
121276-6	0,15	3,52	9,59	3,48	0,5	-	0,21	100	-	-	-	-	-
270483-7	0,19	4,61	8,45	3,68	0,74	-	0,27	99,99	-	-	-	-	-
230389-2	0,16	3,84	8,45	3,17	1,08	-	0,23	99,99	-	-	-	-	-
010694-Q	0,16	3,56	9,31	2,78	0,5	-	0,12	99,99	-	-	-	-	-
040381-1	0,16	4,4	7,98	3,53	0,95	-	0,24	100,01	-	-	-	-	-
230498-1A	0,18	4,03	8,31	3,93	0,78	-	0,26	100	-	-	-	-	-
230389-9	0,16	3,52	8,95	3,45	0,68	-	0,23	99,99	-	-	-	-	-
060487-1	0,19	4,28	8,39	3,66	0,77	-	0,23	99,99	-	-	-	-	-
080487-5	0,19	3,69	7,62	3,97	0,88	-	0,23	99,99	-	-	-	-	-
040487-5	0,17	3,55	7,74	3,79	0,84	-	0,22	99,99	-	-	-	-	-
260100-2	0,17	3,36	8,29	3,81	0,81	-	0,29	99,99	-	-	-	-	-
230389-1	0,19	3,7	8,11	3,58	0,74	-	0,24	100,01	-	-	-	-	-
260100-1A	0,18	3,55	7,47	4,01	0,93	-	0,31	100	-	-	-	-	-
080487-2C	0,18	3,46	7,39	4,02	0,76	-	0,23	99,99	-	-	-	-	-
010694-G	0,17	3,53	7,44	3,46	0,87	-	0,13	100	-	-	-	-	-
070487-7D(a)	0,17	2,6	6,09	4,58	0,99	-	0,27	99,98	-	-	-	-	-
070487-7C	0,18	2,5	5,71	4,77	0,96	-	0,33	99,99	-	-	-	-	-
281079-4	0,2	3,71	7,76	4,05	0,69	-	0,21	100	-	-	-	-	-
070487-7D(b)	0,18	2,66	5,99	4,91	1	-	0,28	100,01	-	-	-	-	-
281079-6	0,21	4,25	8,69	3,47	0,78	-	0,32	99,99	-	-	-	-	-
230389-6B	0,19	3,12	7,07	4,19	0,81	-	0,23	99,99	-	-	-	-	-

No. Muestra	Sr	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
030381-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260100-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230389-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260100-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
270483-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
270483-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
010694-D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230389-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121276-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
270483-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230389-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
010694-Q	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
040381-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230498-1A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230389-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
060487-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
080487-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
040487-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260100-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230389-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260100-1A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
080487-2C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
010694-G	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
070487-7D(a)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
070487-7C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
281079-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
070487-7D(b)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
281079-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230389-6B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

No. Muestra	Yb	Lu	Hf	Ta	Cs	Zr	Nb	Y	Sc	Th	Edad (Ma)	Método
030381-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260100-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230389-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260100-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
270483-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
270483-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
010694-D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230389-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121276-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
270483-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230389-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
010694-Q	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
040381-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230498-1A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230389-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
060487-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68 ± 12 ka	Ar-Ar
080487-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
040487-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260100-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230389-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260100-1A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
080487-2C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
010694-G	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
070487-7D(a)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
070487-7C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
281079-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
070487-7D(b)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
281079-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230389-6B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

No. Muestra	Referencia	Formación/Lugar	SiO₂	TiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	FeO
070487-1B	Naranjo y Moreno, 2005	Secuencia Trifultriful	58,38	1,29	17,24	-	8,34
260483-7	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Ancestral 2	53,26	1,34	17,52	-	10,64
260483-8	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Ancestral 1	53,52	1,33	17,36	-	10,83
260493-8	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Ancestral 2	53,52	1,33	17,36	-	10,83
260483-6	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Fisural 1	54,13	1,54	15,68	-	12,07
230389-6A	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Ancestral 1	56,64	1,13	16,69	-	10,05
281079-5	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Fisural 1	54,96	1,34	15,46	-	11,95
121276-5(a)	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Fisural 2	54,93	1,54	16,15	-	11,24
121276-5(b)	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Fisural 2	54,56	1,52	16,19	-	11,58
050487-3A	Naranjo y Moreno, 2005	Secuencia Trifultriful	62,18	1,03	16,51	-	6,91
010694-O	Naranjo y Moreno, 2005	Secuencia Trifultriful	61,58	1,06	15,75	-	7,86
090487-1C	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Fisural 1	57,86	1,37	15,9	-	10,1
080487-4	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Fisural 1	58,57	1,53	15	-	10,06
070487-7B	Naranjo y Moreno, 2005	Secuencia Trifultriful	67,28	0,65	15,46	-	5,07
260483-5	Naranjo y Moreno, 2005	Llaima Fisural 1	58,41	1,53	15,04	-	10,71
LT-2B	Naranjo y Moreno, 2005	Secuencia Trifultriful	60,52	1,08	15,33	-	9,69
100390-3	Naranjo y Moreno, 2005	Secuencia Trifultriful	67,73	0,55	15,19	-	4,79
TC-59	Muñoz and Stern 1988	Loncolloan	53,52	1,57	15,66	3,84	4,68
TC-48	Muñoz and Stern 1988	Loncolloan	48,29	1,77	18,53	3,47	5,94
TC-29	Muñoz and Stern 1988	Complejo Volcánico Copahue	61,22	1,45	15,47	1,94	5,19
LL081105-5	Moreno et al., 2010	Osorno 1	48,97	0,76	16,78	9,4	-
LL150205-1	Moreno et al., 2010	Osorno 2	50,41	0,88	17,84	9,71	-
LL190107-9	Moreno et al., 2010	Volcán La Picada	50,75	0,98	17,81	10,34	-
LL130205-1	Moreno et al., 2010	Osorno 1	51,82	0,84	20,14	7,84	-
LL130205-2	Moreno et al., 2010	Conos y Lavas	52,25	0,87	19,54	8,02	-
LL081105-6	Moreno et al., 2010	Osorno 4	51,29	1,22	17,24	10,92	-
LL081105-8	Moreno et al., 2010	Volcán La Picada	51,31	0,86	20,54	8,25	-
LL081105-10	Moreno et al., 2010	Osorno 3	51	0,89	20,61	8,4	-
LL081105-11	Moreno et al., 2010	Osorno 3	50,42	0,93	20,59	8,77	-

No. Muestra	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	H2O+	P2O5	Total	Cr	Ni	V	Ba	Rb
070487-1B	0,17	2,67	6,48	4,14	1,01	-	0,3	100,02	-	-	-	-	-
260483-7	0,18	3,38	8,75	4	0,68	-	0,25	100	-	-	-	-	-
260483-8	0,19	3,42	8,57	3,87	0,68	-	0,25	100,02	-	-	-	-	-
260493-8	0,19	3,42	8,57	3,87	0,68	-	0,25	100,02	-	-	-	-	-
260483-6	0,2	3,73	7,61	3,97	0,77	-	0,3	100	-	-	-	-	-
230389-6A	0,19	3,1	7,03	4,11	0,81	-	0,25	100	-	-	-	-	-
281079-5	0,21	3,6	7,32	4,13	0,78	-	0,25	100	-	-	-	-	-
121276-5(a)	0,2	3,35	7,51	4,01	0,77	-	0,29	99,99	-	-	-	-	-
121276-5(b)	0,2	3,39	7,52	3,99	0,76	-	0,28	99,99	-	-	-	-	-
050487-3A	0,15	1,83	5,07	4,88	1,17	-	0,27	100	-	-	-	-	-
010694-0	0,18	2,04	5,34	4,83	1,22	-	0,16	100,02	-	-	-	-	-
090487-1C	0,18	2,58	6,23	4,62	0,89	-	0,28	100,01	-	-	-	-	-
080487-4	0,18	2,49	6,76	4,21	0,93	-	0,27	100	-	-	-	-	-
070487-7B	0,15	1,06	3,17	5,47	1,5	-	0,19	100	-	-	-	-	-
260483-5	0,2	2,19	5,38	5,02	1,14	-	0,39	100,01	-	-	-	-	-
LT-2B	0,05	1,92	5,06	4,85	1,31	-	0,19	100	-	-	-	-	-
100390-3	0,14	0,72	3,3	5,98	1,46	-	0,13	99,99	-	-	-	-	-
TC-59	0,14	5,7	7,12	4,12	2,13	0,66	0,49	99,63	185	81	166	520	54
TC-48	0,14	5,92	9,09	3,71	1,76	1,18	0,43	100,23	151	61	190	590	35
TC-29	0,12	1,94	4,16	4,41	3,15	0,28	0,43	99,76	-	-	120	790	115
LL081105-5	0,15	10,55	10,83	2,11	0,35	0,24	0,11	100,25	-	-	-	-	-
LL150205-1	0,17	6,86	10,75	2,78	0,48	-	0,11	99,99	140	48	242	148	12
LL190107-9	0,18	6,35	9,77	3,26	0,43	0,43	0,12	100,42	157	65	261	134	14
LL130205-1	0,14	4,54	11,23	2,86	0,48	0,2	0,11	100,2	73	16	222	139	12
LL130205-2	0,15	4,5	11,01	3,03	0,49	-	0,12	99,98	63	21	246	163	14
LL081105-6	0,13	5,9	9,63	2,73	0,68	-	0,25	99,99	-	-	-	-	-
LL081105-8	0,13	4,45	11,15	2,73	0,42	0,12	0,16	100,12	-	-	-	-	-
LL081105-10	0,13	4,41	11,24	2,71	0,43	-	0,17	99,99	-	-	-	-	-
LL081105-11	0,13	4,56	11,25	2,72	0,43	-	0,19	99,99	-	-	-	-	-

No. Muestra	Sr	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
070487-1B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260483-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260483-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260493-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260483-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230389-6A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
281079-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121276-5(a)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121276-5(b)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
050487-3A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
010694-0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
090487-1C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
080487-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
070487-7B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260483-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LT-2B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100390-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TC-59	680	38,2	72,9	-	-	6,68	1,98	-	-	-	-	-
TC-48	819	30,9	74,2	-	32,9	6,16	1,9	-	-	-	-	-
TC-29	350	41,1	90,5	-	-	10,2	1,83	-	1,01	-	-	-
LL081105-5	-	3,15	8,13	1,29	7	1,85	0,73	2,09	0,378	2,53	0,553	1,56
LL150205-1	370	5,51	13,5	1,884	9,4	2,45	0,881	2,834	0,472	2,966	0,65	1,829
LL190107-9	385	6,1	14,6	2,02	9,9	2,51	0,876	2,65	0,464	2,84	0,626	1,79
LL130205-1	376	5,74	13,6	1,875	8,9	2,4	0,853	2,657	0,429	2,78	0,593	1,685
LL130205-2	395	5,8	14,3	2,012	10	2,54	0,917	2,96	0,481	3,072	0,654	1,852
LL081105-6	-	9,1	23	3,36	18,1	4,16	1,22	4,12	0,735	4,76	1,024	2,87
LL081105-8	-	4,83	12,2	1,83	9,7	2,29	0,863	2,45	0,423	2,79	0,6	1,71
LL081105-10	-	5,22	12,9	1,94	10	2,41	0,9	2,46	0,434	2,88	0,636	1,76
LL081105-11	-	5,29	13,2	1,96	9,9	2,39	0,88	2,51	0,429	2,79	0,627	1,73

No. Muestra	Yb	Lu	Hf	Ta	Cs	Zr	Nb	Y	Sc	Th	Edad (Ma)	Método
070487-1B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260483-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260483-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260493-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260483-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230389-6A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
281079-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121276-5(a)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121276-5(b)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
050487-3A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
010694-0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
090487-1C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
080487-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
070487-7B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260483-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LT-2B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100390-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TC-59	2,44	0,32	3,8	2	-	214	40	23	19,7	8,3	Cuaternario	K-Ar
TC-48	2,2	-	-	-	-	229	28	22	-	-	Pleistoceno	K-Ar
TC-29	4,72	0,66	8,8	0,88	11,3	369	16	38	18,9	16,7	0,3	K-Ar
LL081105-5	1,5	0,23	-	-	-	-	-	14,9	-	-	-	-
LL150205-1	1,8	0,27	1,54	0,19	0,77	58	-	17	32	1,15	-	-
LL190107-9	1,69	0,26	1,56	0,14	0,83	56	1,55	18,3	33	1,07	83 ± 48 ka	Ar-Ar
LL130205-1	1,651	0,24	1,52	0,23	0,87	54	-	16	29	1,41	173 ± 57 ka	Ar-Ar
LL130205-2	1,81	0,26	1,74	0,24	1,01	69	-	18	30	1,13	-	-
LL081105-6	2,71	0,4	-	-	-	-	-	28,4	-	-	-	-
LL081105-8	1,59	0,24	-	-	-	-	-	16,6	-	-	-	-
LL081105-10	1,69	0,26	-	-	-	-	-	17,2	-	-	-	-
LL081105-11	1,62	0,24	-	-	-	-	-	16,9	-	-	-	-

No. Muestra	Referencia	Formación/Lugar	SiO₂	TiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	FeO
LL071105-13	Moreno et al., 2010	Osorno 4	52,52	0,86	19,93	8,38	-
LL180308-4	Moreno et al., 2010	Osorno 3	55,67	0,91	16,26	9,25	-
LL071105-8	Moreno et al., 2010	Conos y Lavas	51,78	0,93	20,15	8,53	-
LL071105-6	Moreno et al., 2010	Conos y Lavas	52,27	0,94	20,14	8,56	-
LL190107-4	Moreno et al., 2010	Osorno 4	52,84	1,04	19,88	7,77	-
LL071105-5	Moreno et al., 2010	Conos y Lavas	51,94	0,92	20,12	8,55	-
LL071105-10	Moreno et al., 2010	Centros Eruptivos de Flanco	51,46	0,93	20,32	8,76	-
LL081105-12	Moreno et al., 2010	Centros Eruptivos de Flanco	53,5	0,98	18,49	9,73	-
LL071105-14	Moreno et al., 2010	Centros Eruptivos de Flanco	52,75	1,02	18,54	9,86	-
LL071105-4	Moreno et al., 2010	Conos y Lavas	51,41	0,95	20,78	8,7	-
LL081105-7	Moreno et al., 2010	Volcán La Picada	51,88	1,18	18,69	9,89	-
LL071105-12	Moreno et al., 2010	Conos y Lavas	51,77	0,88	20,46	8,33	-
LL081105-9	Moreno et al., 2010	Volcán La Picada	51,83	1,1	19,29	9,56	-
LL150205-2	Moreno et al., 2010	Osorno 2	53,25	1,01	18,06	9,43	-
LL180308-6	Moreno et al., 2010	Osorno 4	55,85	0,9	17,29	8,74	-
LL200107-2	Moreno et al., 2010	Conos y Lavas	52,27	1,1	19,64	8,52	-
LL200107-3	Moreno et al., 2010	Centros Eruptivos de Flanco	52,63	0,88	19,68	8,66	-
LL180308-5	Moreno et al., 2010	Osorno 2	57,11	0,92	16,92	8,45	-
LL190107-3	Moreno et al., 2010	Osorno 2	53,23	0,95	18,93	9,24	-
LL200107-1	Moreno et al., 2010	Centros Eruptivos de Flanco	52,42	0,96	19,41	9,14	-
LL190107-1	Moreno et al., 2010	Osorno 2	52,56	1,22	19,11	9,51	-
LL071105-11	Moreno et al., 2010	Conos y Lavas	53,26	1,28	18,46	10,28	-
LL071105-2	Moreno et al., 2010	Osorno 1	53,94	1,39	16,47	11,32	-
LL170308-2	Moreno et al., 2010	Osorno 4	55,32	0,82	18,89	8,08	-
LL071105-1	Moreno et al., 2010	Osorno 1	53,89	1,38	16,43	11,48	-
LL210308-1	Moreno et al., 2010	Osorno 3	57,56	1,08	15,48	9,42	-
LL071105-3	Moreno et al., 2010	Osorno 1	54,26	1,51	16,55	11,74	-
LL180308-1	Moreno et al., 2010	Osorno 2	57,52	0,98	17,18	8,66	-
LL210308-2	Moreno et al., 2010	Osorno 1	58,53	1,21	14,67	10,42	-

No. Muestra	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	H2O+	P2O5	Total	Cr	Ni	V	Ba	Rb
LL071105-13	0,12	4,32	10,59	2,66	0,45	-	0,16	99,99	-	-	-	-	-
LL180308-4	0,17	4,61	9,37	3,18	0,49	-	0,08	99,99	-	-	-	-	-
LL071105-8	0,12	4,23	10,82	2,75	0,51	-	0,16	99,98	-	-	-	-	-
LL071105-6	0,13	4,21	10,33	2,75	0,5	-	0,16	99,99	-	-	-	-	-
LL190107-4	0,15	3,78	10,96	3,11	0,38	-	0,08	99,99	80	18	229	120	12
LL071105-5	0,13	4,15	10,78	2,74	0,52	-	0,15	100	-	-	-	-	-
LL071105-10	0,13	4,21	10,71	2,83	0,48	-	0,16	99,99	-	-	-	-	-
LL081105-12	0,12	4,62	8,89	3	0,49	-	0,17	99,99	-	-	-	-	-
LL071105-14	0,16	4,61	9,3	3,09	0,52	-	0,16	100,01	-	-	-	-	-
LL071105-4	0,13	4,06	10,47	2,79	0,52	-	0,18	99,99	-	-	-	-	-
LL081105-7	0,14	4,6	9,88	2,9	0,6	0,41	0,22	100,39	-	-	-	-	-
LL071105-12	0,12	3,87	11,15	2,76	0,48	-	0,16	99,98	-	-	-	-	-
LL081105-9	0,14	4,4	9,96	2,95	0,55	0,09	0,21	100,08	-	-	-	-	-
LL150205-2	0,17	4,14	9,53	3,64	0,62	-	0,16	100,01	45	11	239	196	16
LL180308-6	0,16	3,79	9,61	3,16	0,44	-	0,07	100,01	-	-	-	-	-
LL200107-2	0,15	3,67	10,72	3,38	0,46	-	0,1	100,01	64	17	241	134	15
LL200107-3	0,15	3,7	10,41	3,34	0,45	-	0,09	99,99	66	18	242	141	14
LL180308-5	0,16	3,4	9,25	3,18	0,51	-	0,1	100	-	-	-	-	-
LL190107-3	0,18	3,71	9,95	3,2	0,49	-	0,11	99,99	43	12	251	159	16
LL200107-1	0,17	3,63	10,3	3,41	0,47	-	0,09	100	50	14	251	134	15
LL190107-1	0,16	3,7	9,79	3,31	0,5	-	0,12	99,98	49	11	252	145	15
LL071105-11	0,15	3,89	8,44	3,4	0,65	-	0,19	100	-	-	-	-	-
LL071105-2	0,17	4,11	8,39	3,22	0,77	0,1	0,21	100,09	-	-	-	-	-
LL170308-2	0,14	2,91	10,02	3,34	0,42	-	0,06	100	-	-	-	-	-
LL071105-1	0,17	4	8,19	3,35	0,83	0,2	0,26	100,18	-	-	-	-	-
LL210308-1	0,18	3,01	9,01	3,51	0,64	-	0,1	99,99	-	-	-	-	-
LL071105-3	0,17	3,66	7,53	3,46	0,88	0,33	0,24	100,33	-	-	-	-	-
LL180308-1	0,16	2,52	8,62	3,64	0,63	-	0,09	100	-	-	-	-	-
LL210308-2	0,2	2,92	7,25	4,15	0,56	0,21	0,09	100,21	-	-	-	-	-

No. Muestra	Sr	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
LL071105-13	-	5,09	12,6	1,9	9,8	2,51	0,87	2,55	0,439	2,88	0,631	1,75
LL180308-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL071105-8	-	6	14,9	2,25	11,7	2,82	0,958	2,83	0,5	3,18	0,717	1,94
LL071105-6	-	5,74	14,2	2,12	11,2	2,66	0,947	2,93	0,485	3,1	0,685	1,91
LL190107-4	376	4,85	12,1	1,65	8,2	2,13	0,8	2,37	0,413	2,51	0,539	1,54
LL071105-5	-	5,7	14,2	2,11	11,2	2,75	0,94	2,83	0,483	3,08	0,679	1,9
LL071105-10	-	5,73	14,1	2,12	11	2,68	0,921	2,75	0,481	3,14	0,7	1,92
LL081105-12	-	4,9	12,5	1,88	9,8	2,44	0,924	2,65	0,471	3,07	0,676	1,89
LL071105-14	-	5,69	13,9	2,09	11	2,73	0,988	2,85	0,5	3,29	0,722	2,01
LL071105-4	-	5,59	14,2	2,11	11,2	2,67	0,92	2,83	0,48	3,11	0,687	1,89
LL081105-7	-	8,5	21,1	3,1	15,8	3,58	1,19	3,62	0,629	4,04	0,889	2,44
LL071105-12	-	5,68	14,1	2,1	11,2	2,63	0,938	2,67	0,473	3,1	0,676	1,88
LL081105-9	-	6,92	17,3	2,54	13,2	3,06	1,05	3,19	0,548	3,61	0,788	2,18
LL150205-2	378	8,24	19,8	2,744	13,6	3,41	1,14	3,81	0,637	3,941	0,855	2,44
LL180308-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL200107-2	379	5,85	14,4	2,02	9,9	2,39	0,845	2,55	0,43	2,68	0,575	1,64
LL200107-3	384	6,47	14,7	1,97	9,8	2,41	0,813	2,47	0,429	2,76	0,573	1,62
LL180308-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL190107-3	376	7,24	17,7	2,38	12,1	2,9	1	2,98	0,518	3,24	0,7	1,99
LL200107-1	380	5,67	14,2	1,99	9,9	2,48	0,855	2,58	0,433	2,67	0,584	1,66
LL190107-1	379	7,33	17,8	2,35	11,8	2,92	1,01	3,01	0,541	3,22	0,705	2,01
LL071105-11	-	8,83	21,9	3,12	16,6	3,69	1,24	2,8	0,657	4,23	0,938	2,6
LL071105-2	-	10,1	25,5	3,37	19,9	4,47	1,37	4,51	0,8	5,06	1,1	3,02
LL170308-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL071105-1	-	10,9	26,6	3,84	20,5	4,53	1,39	4,52	0,8	5,2	1,13	3,2
LL210308-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL071105-3	-	11,7	29,6	4,28	22,3	5	1,47	5	0,873	5,6	1,23	3,4
LL180308-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL210308-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

No. Muestra	Yb	Lu	Hf	Ta	Cs	Zr	Nb	Y	Sc	Th	Edad (Ma)	Método
LL071105-13	1,65	0,25	-	-	-	-	-	17,4	-	-	-	-
LL180308-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL071105-8	1,84	0,28	-	-	-	-	-	18,8	-	-	-	-
LL071105-6	1,8	0,27	-	-	-	-	-	18,6	-	-	-	-
LL190107-4	1,54	0,24	1,45	0,11	0,62	49	1,29	15,8	31	0,82	-	-
LL071105-5	1,8	0,27	-	-	-	-	-	18,4	-	-	-	-
LL071105-10	1,77	0,26	-	-	-	-	-	18,4	-	-	-	-
LL081105-12	1,79	0,27	-	-	-	-	-	18	-	-	-	-
LL071105-14	1,89	0,29	-	-	-	-	-	19,6	-	-	-	-
LL071105-4	1,76	0,27	-	-	-	-	-	18,6	-	-	-	-
LL081105-7	2,34	0,35	-	-	-	-	-	24,8	-	-	480 ± 30 ka	Ar-Ar
LL071105-12	1,76	0,26	-	-	-	-	-	18,5	-	-	-	-
LL081105-9	2,08	0,31	-	-	-	-	-	21,6	-	-	-	-
LL150205-2	2,44	0,35	2,29	0,25	1,09	91	-	22	29	1,29	-	-
LL180308-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL200107-2	1,56	0,24	1,64	0,12	0,9	61	1,58	17,7	28	1,03	-	-
LL200107-3	1,57	0,24	1,6	0,11	0,87	62	1,56	17,4	28	1,03	-	-
LL180308-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL190107-3	1,91	0,29	1,93	0,17	0,82	70	2,22	20,7	32	1,21	-	-
LL200107-1	1,57	0,24	1,63	0,14	0,89	60	1,88	17,9	28	0,97	-	-
LL190107-1	1,97	0,32	1,69	0,16	0,77	70	1,71	20,4	29	1,24	83,3 ± 15,3	Ar-Ar
LL071105-11	2,43	0,36	-	-	-	-	-	25,8	-	-	-	-
LL071105-2	2,92	0,43	-	-	-	-	-	30,5	-	-	-	-
LL170308-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL071105-1	3,05	0,46	-	-	-	-	-	31,7	-	-	-	-
LL210308-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL071105-3	3,27	0,5	-	-	-	-	-	33,7	-	-	120 ± 80 ka	Ar-Ar
LL180308-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL210308-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

No. Muestra	Referencia	Formación/Lugar	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO
LL190107-8	Moreno et al., 2010	Osorno 3	53,93	0,96	17,76	10,35	-
LL180308-3	Moreno et al., 2010	Osorno 4	56,9	1,04	17	8,76	-
LL170308-1	Moreno et al., 2010	Osorno 4	56,67	1,1	17,1	9,5	-
LL180308-2	Moreno et al., 2010	Osorno 2	58,74	0,96	17,16	8,25	-
LL190308-1	Moreno et al., 2010	Osorno 2	62,47	0,98	15,59	7,6	-

No. Muestra	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O+	P ₂ O ₅	Total	Cr	Ni	V	Ba	Rb
LL190107-8	0,18	2,84	9,43	3,83	0,6	-	0,12	100	21	2	308	187	17
LL180308-3	0,15	2,38	9,69	3,35	0,64	-	0,08	99,99	-	-	-	-	-
LL170308-1	0,17	2,42	8,56	3,76	0,63	-	0,09	100	-	-	-	-	-
LL180308-2	0,16	2,06	7,81	4,16	0,58	-	0,13	100,01	-	-	-	-	-
LL190308-1	0,16	1,71	6,11	4,35	0,88	-	0,15	100	-	-	-	-	-

No. Muestra	Sr	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
LL190107-8	383	8,21	19,5	2,59	12,9	3,15	1,08	3,25	0,564	3,62	0,761	2,22
LL180308-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL170308-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL180308-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL190308-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

No. Muestra	Yb	Lu	Hf	Ta	Cs	Zr	Nb	Y	Sc	Th	Edad (Ma)	Método
LL190107-8	2,08	0,33	2,15	0,16	1,08	75	1,97	23,4	36	1,51	-	-
LL180308-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL170308-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL180308-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL190308-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 10.2: Química y edades de muestras pleistocenas-holocenas “Este”

No. Muestra	Referencia	Formación/Lugar	SiO₂	TiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	FeO
CA-1	Hickey y Vargas, 1989	Caburgua	50,72	1,1	17,66	9,38	-
CA-2	Hickey y Vargas, 1989	Caburgua	50,95	1,13	17,92	9,28	-
L2-1	Hickey y Vargas, 1989	Lanín 2	51,23	1,3	18,11	10,87	-
L2-2	Hickey y Vargas, 1989	Lanín 2	51,39	1,31	18,02	11	-
L3-4	Hickey y Vargas, 1989	Lanín 3	62,93	0,92	16,01	6,25	-
L3-1	Hickey y Vargas, 1989	Lanín 3	60,56	1,27	15,3	8,73	-
L3-3	Hickey y Vargas, 1989	Lanín 3	61,9	0,92	15,84	7,42	-
L3-2	Hickey y Vargas, 1989	Lanín 3	62,74	1,14	15,2	7,76	-
XM-7	Mella et al. 2005	Tronador III	55,2	1,85	15,65	2,34	7,97
XM-22	Mella et al. 2005	Tronador III	56,66	1,93	14,94	1,67	8,35

No. Muestra	MnO	MgO	CaO	Na₂O	K₂O	H₂O+	P₂O₅	Total	Cr	Ni	V	Ba	Rb
CA-1	0,14	7,1	9,61	3,26	0,66	-	0,27	99,9	-	-	-	-	-
CA-2	0,14	6,72	9,05	3,54	0,73	-	0,32	99,78	-	-	-	-	-
L2-1	0,19	4,94	8,63	3,19	1,17	-	0,36	99,99	-	-	-	-	-
L2-2	0,18	4,69	8,63	3,44	1,25	-	0,4	100,31	-	-	-	-	-
L3-4	0,18	1,25	3,5	5,63	2,77	-	0,39	99,83	-	-	-	-	-
L3-1	0,23	1,68	3,96	5,2	2,41	-	0,57	99,91	-	-	-	-	-
L3-3	0,21	1,33	3,57	4,99	2,68	-	0,37	99,23	-	-	-	-	-
L3-2	0,22	1,2	3,2	5,2	2,73	-	0,43	99,82	-	-	-	-	-
XM-7	0,22	2,82	6,02	3,91	2,22	1,02	0,54	-	75	11	178	544	57,7
XM-22	0,22	2,34	5,98	3,84	2,7	0,42	0,63	-	128	36	127	684	80,5

No. Muestra	Sr	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
CA-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CA-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L2-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L2-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L3-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L3-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L3-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XM-7	365	34	73	8,15	44,32	10,4	2,12	8,46	1,7	9,81	2,2	5,63
XM-22	331	38	90	11,1	55,16	12,44	2,1	10,1	1,69	10,3	2,2	6

No. Muestra	Yb	Lu	Hf	Ta	Cs	Zr	Nb	Y	Sc	Th	Edad (Ma)	Método
CA-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CA-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L2-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L2-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L3-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L3-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L3-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XM-7	5,31	0,8	-	-	-	132	8	48	29	-	0,36 ± 0,05	Ar-Ar
XM-22	6,1	0,84	-	-	-	144	10	54	28	-	0,34 ± 0,04	Ar-Ar

Tabla 10.3: Química y edades de muestras pleistocenas-holocenas Trasarco

No. Muestra	Referencia	Formación/Lugar	SiO₂	TiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	FeO
RD3	Kay et al., 2004	Complejo Auca Mahuida	48,88	2,06	16,58	-	10
RD1	Kay et al., 2004	Complejo Auca Mahuida	48,89	2,03	18,44	-	9,73
RD8	Kay et al., 2004	Complejo Auca Mahuida	51,04	2,01	17,72	-	10,39
ANT	Kay et al., 2013	Complejo Auca Mahuida	46,68	2,24	14,67	-	10,7
RD17	Kay et al., 2013	Complejo Auca Mahuida	47,66	2,08	15,61	-	10,46
RD10	Kay et al., 2013	Complejo Auca Mahuida	48,7	2,08	15,06	-	11,42
RD18	Kay et al., 2013	Complejo Auca Mahuida	49,55	2,01	15,35	-	10,18
AU4	Kay et al., 2013	Complejo Auca Mahuida	48,44	1,84	15,21	-	11
RD5	Kay et al., 2013	Complejo Auca Mahuida	49,48	1,76	15,9	-	10,6
RD16	Kay et al., 2013	Complejo Auca Mahuida	48,19	1,93	16,09	-	10,57
RD14	Kay et al., 2013	Complejo Auca Mahuida	48,34	2,12	15,49	-	10,59
RD24	Kay et al., 2013	Complejo Auca Mahuida	48,97	2,29	16,23	-	10,15
D12A	Kay et al., 2013	Complejo Auca Mahuida	47,34	2,5	16,97	-	10,31
AU5	Kay et al., 2013	Complejo Auca Mahuida	48,14	2,19	17,02	-	10,53
RD9	Kay et al., 2013	Complejo Auca Mahuida	47,69	2,25	16,85	-	9,97
RD15	Kay et al., 2013	Complejo Auca Mahuida	50,25	1,99	17,69	-	9,91
RD11	Kay et al., 2013	Complejo Auca Mahuida	49,13	2,23	17,39	-	10,53
AU2	Kay et al., 2013	Complejo Auca Mahuida	49,37	2,42	17,93	-	10,67
RD4	Kay et al., 2013	Complejo Auca Mahuida	51,29	2,01	16,88	-	10,08
TC-50	Muñoz and Stern 1988	Conos Laguna Blanca	48,83	1,45	16,72	3,39	5,88
TC-51	Muñoz and Stern 1988	Conos Laguna Blanca	52,61	1,43	17,38	2,97	5,15

No. Muestra	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	H2O+	P2O5	Total	Cr	Ni	V	Ba	Rb
RD3	0,2	5,88	9,39	3,83	1,46	-	0,42	98,7	178	82	-	405	29
RD1	0,15	4,3	9,03	3,86	1,43	-	0,48	98,33	70	34	-	346	-
RD8	0,2	4,51	8,28	4,53	1,82	-	0,36	100,86	55	39	-	360	-
ANT	0,18	10,44	9,26	3,5	1,16	-	0,48	99,31	448	232	-	352	-
RD17	0,15	9,11	9,54	3,33	1,34	-	0,46	99,74	377	230	-	333	26
RD10	0,16	9,39	8,47	3,55	1,2	-	0,36	100,39	336	292	-	397	-
RD18	0,15	8,37	8,82	3,85	1,16	-	0,4	99,84	358	161	-	314	19
AU4	0,16	9,03	9,33	3,47	0,57	-	0,27	99,32	319	207	-	235	-
RD5	0,21	8,44	7,12	3,75	1,34	-	0,51	99,11	238	213	-	372	-
RD16	0,2	8,37	9,86	3,48	1,09	-	0,36	100,14	323	214	-	222	-
RD14	0,17	7,57	9,11	3,8	1,21	-	0,43	98,83	283	150	-	333	-
RD24	0,14	7,22	9,24	3,63	1,7	-	0,52	100,09	302	143	-	447	-
D12A	0,17	6,51	9,88	3,95	1,76	-	0,54	99,93	158	74	-	517	-
AU5	0,16	6,54	9,38	4,06	1,29	-	0,48	99,79	147	63	-	306	5
RD9	0,15	5,8	10,25	3,27	1,62	-	0,48	98,33	299	159	-	294	-
RD15	0,14	5,56	9,68	3,69	1,07	-	0,37	100,35	125	52	-	342	-
RD11	0,13	5,64	9,65	3,75	1,23	-	0,49	100,17	99	50	-	335	-
AU2	0,17	4,37	7,78	4,85	1,88	-	0,69	100,13	14	23	-	496	-
RD4	0,15	3,94	7,2	4,63	2,21	-	0,91	99,3	57	42	-	525	-
TC-50	0,15	8,27	8,58	3,24	2,42	0,39	0,76	100,08	290	140	270	1040	92
TC-51	0,12	5,07	7,05	3,73	2,33	0,62	0,64	99,1	146	63	160	630	75

No. Muestra	Sr	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
RD3	674	17,8	38,1	-	20,2	5,33	1,706	-	0,798	-	-	-
RD1	790	22,1	47,5	-	23,4	5,61	1,738	-	0,786	-	-	-
RD8	573	22	47,1	-	24,2	5,74	1,764	-	0,85	-	-	-
ANT	680	22,5	46,1	-	24,7	5,56	1,704	-	0,824	-	-	-
RD17	632	20,4	44,4	-	22,1	4,92	1,54	-	0,685	-	-	-
RD10	678	19,8	41,5	-	23,4	5,58	1,69	-	0,689	-	-	-
RD18	616	18,7	38,7	-	21,1	5,29	1,783	-	0,841	-	-	-
AU4	522	12,3	27,8	-	15,9	4,15	1,29	-	0,561	-	-	-
RD5	729	21,5	45	-	24,7	5,61	1,812	-	0,811	-	-	-
RD16	640	17,4	37,4	-	21,1	5,22	1,554	-	0,752	-	-	-
RD14	619	18,9	40,6	-	22,9	5,45	1,787	-	0,838	-	-	-
RD24	676	23,9	49,6	-	28,2	5,98	1,846	-	0,898	-	-	-
D12A	517	23,1	48,5	-	28,1	5,8	1,798	-	0,826	-	-	-
AU5	653	20,1	42,8	-	24,8	5,42	1,75	-	0,828	-	-	-
RD9	621	15,7	33,2	-	18,1	4,65	1,51	-	0,752	-	-	-
RD15	575	16,4	38,6	-	21,2	5,03	1,549	-	0,857	-	-	-
RD11	658	16,1	35,7	-	23,8	5,63	1,781	-	0,893	-	-	-
AU2	767	28,8	59,2	-	32,9	7,09	2,01	-	1,051	-	-	-
RD4	865	32,4	67	-	37,2	7,6	2,172	-	0,981	-	-	-
TC-50	830	26,6	64,7	-	35	7,68	2,16	-	0,93	-	-	-
TC-51	768	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

No. Muestra	Yb	Lu	Hf	Ta	Cs	Zr	Nb	Y	Sc	Th	Edad (Ma)	Método
RD3	1,81	0,235	3,5	1,39	0,9	141	17	23	22,3	2,8	1,87 ± 0,07	Ar-Ar
RD1	1,95	0,256	3,9	1,75	0,8	-	-	-	18,5	2,6	1,55 ± 0,07	Ar-Ar
RD8	1,99	0,264	4,1	1,71	0,3	-	-	-	18	2,7	1,39 ± 0,07	Ar-Ar
ANT	1,83	0,213	3,8	1,96	0,7	-	-	-	24,5	2,6	-	-
RD17	1,66	0,217	3,7	1,45	0,5	132	22	22	23,5	2,1	-	-
RD10	1,59	0,206	3,6	1,68	0,3	-	-	-	18,7	2,6	-	-
RD18	1,86	0,231	3,6	1,47	0,5	137	19	23	22,5	2	-	-
AU4	1,44	0,191	2,6	0,9	0,5	105	13	19	19,6	1	-	-
RD5	1,62	0,255	4	1,72	0,8	-	-	-	18,2	2,7	1,7 ± 0,2	K-Ar
RD16	1,51	0,182	3,1	1,39	0,4	-	-	-	19,9	1,7	-	-
RD14	1,76	0,273	3,6	1,48	0,4	-	-	-	21,8	2,1	-	-
RD24	1,77	0,235	4,4	2,06	0,9	-	-	-	23,1	3,5	-	-
D12A	1,86	0,233	4	1,96	0,7	-	-	-	23,7	2,6	-	-
AU5	1,89	0,25	3,6	1,5	0,5	-	-	-	23,8	1,8	-	-
RD9	1,66	0,26	2,9	1,08	0,2	-	-	-	22,2	1,6	-	-
RD15	2	0,301	2,9	1,06	0,2	-	-	-	23,9	1,8	-	-
RD11	1,75	0,24	3,5	1,21	0,8	-	-	-	23,7	1,9	-	-
AU2	2,23	0,301	4,7	2,28	0,9	-	-	-	17,1	2,6	-	-
RD4	2,12	0,294	5,1	2,2	1,6	-	-	-	18,2	4,9	-	-
TC-50	2,03	0,31	5,4	1,86	3,9	272	27	21	23,7	3,8	Holoceno	K-Ar
TC-51	-	-	-	-	-	263	24	21	-	-	Holoceno	K-Ar

Tabla 10.4: Química y edades de muestras pliocenas-pleistocenas

No. Muestra	Referencia	Formación/Lugar	SiO₂	TiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	FeO
AT-02	Lara y Moreno, 2012	Estratos de Fiuchá	50,77	1,39	16,6	1,93	-
AP-39	Lara y Moreno, 2012	Estratos Cordón de Alvarez	49,24	0,73	22,09	1,85	-
AT-01	Lara y Moreno, 2012	Estratos de Fiuchá	50,95	0,95	20,47	4,56	-
AP-60	Lara y Moreno, 2012	Volcán Sarnoso	50,48	1,09	18,97	5,31	-
AP-56	Lara y Moreno, 2012	Volcán Sarnoso	50,48	0,94	18,98	7,29	-
LL260406-3	Lara y Moreno, 2012	Estratos de Fiuchá	50,92	0,99	17,83	9,62	-
LELO70710-10	Lara y Moreno, 2012	Malleco	50,68	0,95	17,52	8,82	-
LELO70710-6	Lara y Moreno, 2012	Estratos de Fiuchá	50,08	1,23	14,21	10,56	-
LELO70710-5	Lara y Moreno, 2012	Estratos de Fiuchá	50,11	1,11	14,88	10,65	-
LL180311-11	Lara y Moreno, 2012	Volcán Paraíso	50,719	0,99	18,856	8,951	-
LL180311-10	Lara y Moreno, 2012	Volcán Paraíso	51,74	1,038	18,41	9,063	-
LL150311-2	Lara y Moreno, 2012	Estratos de Fiuchá	50,01	0,97	20,03	9,37	-
LELO80710-2	Lara y Moreno, 2012	Volcán Paraíso	51,03	1,11	17,24	9,91	-
LELO70710-7	Lara y Moreno, 2012	Estratos de Fiuchá	50,73	1,2	16,61	9,96	-
HM-MP	Lara y Moreno, 2012	Estratos de Fiuchá	50,51	1,39	16,6	1,93	8,25
106	Lara y Moreno, 2012	Estratos de Fiuchá	48,71	1	16,86	9,14	-
XA-308	Lara y Moreno, 2012	Estratos de Fiuchá	51,92	1,31	17,05	3,7	5,6
LL091105-5	Lara y Moreno, 2012	Volcán Sarnoso	55,87	0,84	17,39	8,37	-
LL091105-8B	Lara y Moreno, 2012	Estratos de Puleufu	52,16	1,14	16,72	10,54	-
LELO70710-8	Lara y Moreno, 2012	Malleco	51,61	1,37	15,52	11,5	-
XA-305	Lara y Moreno, 2012	Malleco	54,79	1,04	17,84	7,582	-
LL180311-9	Lara y Moreno, 2012	Volcán Paraíso	52,06	1,062	19,172	9,279	-
LL160311-2	Lara y Moreno, 2012	Malleco	50,08	0,91	21,37	9	-
LL300312-7	Lara y Moreno, 2012	Estratos Cordón de Alvarez	55,82	1,22	17,61	10,23	-
XA-300	Lara y Moreno, 2012	Estratos de Puleufu	53,69	1,52	16,2	4,02	6,09
LL210111-1	Lara y Moreno, 2012	Estratos de Puleufu	52,19	1,216	19,61	9,29	-
LL280406-1	Lara y Moreno, 2012	Malleco	55	1,07	17,7	8	-
XA-299	Lara y Moreno, 2012	Volcán Sarnoso	54,85	1,29	16,16	3,98	6,28

No. Muestra	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	H2O+	P2O5	Total	Cr	Ni	V	Ba	Rb
AT-02	0,18	6	9,25	3,08	0,77	-	0,24	90,21	-	-	-	-	-
AP-39	0,13	4,75	11,37	2,5	0,28	-	0,17	93,11	-	-	-	-	-
AT-01	0,13	4,74	10,14	3,13	0,52	-	0,11	95,7	-	-	-	-	-
AP-60	0,18	5,23	9,12	3,04	0,64	-	0,27	94,33	-	-	-	-	-
AP-56	0,16	5,53	9,77	2,84	0,58	-	0,22	96,79	-	-	-	-	-
LL260406-3	0,15	7,18	8,56	3,21	0,74	0,47	0,18	99,85	87	31	272	204	15
LELO70710-10	0,13	6,54	10,27	3,03	0,58	0,5	0,2	99,22	-	-	-	-	-
LELO70710-6	0,15	7,78	8,08	1,83	0,43	5,38	0,12	99,85	-	-	-	-	-
LELO70710-5	0,16	7,53	10,17	2,73	0,41	1,61	0,16	99,52	-	-	-	-	-
LL180311-11	0,165	6,24	9,817	2,517	0,731	0,644	0,209	99,84	122	-	170	270	13
LL180311-10	0,16	6,07	9,08	2,891	0,872	0,167	0,381	99,87	111	-	177	282	14
LL150311-2	0,16	5,94	9,67	2,87	0,51	-0,25	0,13	99,41	-	-	-	-	-
LELO80710-2	0,16	6,14	9,91	2,98	0,68	0,79	0,24	100,19	47	17	205	173	7
LELO70710-7	0,14	6,14	10,11	3,1	0,29	1,03	0,18	99,49	-	-	-	-	-
HM-MP	0,18	6,2	9,25	3,45	0,77	-	0,71	99,24	-	-	-	-	-
106	0,145	4,99	8,22	2,42	1,09	4,01	0,179	96,76	-	-	-	-	-
XA-308	0,15	4,89	9,2	3,31	0,84	0,97	0,34	99,28	-	-	-	-	-
LL091105-5	0,14	4,3	8,28	2,97	0,89	0,61	0,21	99,87	150	53	205	252	22
LL091105-8B	0,19	5,41	8,84	3,17	0,84	0,66	0,26	99,93	70	35	331	310	18
LELO70710-8	0,17	5,89	8,92	3,37	0,58	0,4	0,23	99,56	-	-	-	-	-
XA-305	0,13	3,81	8,73	3,56	1,16	-	0,31	98,95	-	-	-	282	-
LL180311-9	0,167	4,49	9,149	3,07	0,82	-0,007	0,348	99,61	26	10	185	292	13
LL160311-2	0,15	4,17	10,63	2,8	0,51	0,08	0,1	99,8	-	-	-	-	-
LL300312-7	0,19	4,43	6,31	2,6	0,7	0,09	0,36	99,56	54	20	262	289	27
XA-300	0,15	4,37	8,25	3,61	1,02	0,36	0,33	99,61	72	26	252	274	28
LL210111-1	0,165	3,9	9,35	2,897	0,806	0,115	0,189	99,73	87	13	209	324	13
LL280406-1	0,14	3,3	8,1	-	0,9	0,84	0,18	95,23	55	10	238	291	21
XA-299	0,17	3,78	7,8	4,05	1,05	0,33	0,25	99,99	27	7	309	260	24

No. Muestra	Sr	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
AT-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP-39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AT-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP-60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP-56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL260406-3	460	16	35,6	4,68	22,54	4,99	1,38	4,98	0,75	4,89	1,06	2,84
LELO70710-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LELO70710-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LELO70710-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL180311-11	276	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL180311-10	271	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL150311-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LELO80710-2	458	13,42	27,8	3,739	15,8	4,202	1,34	4,146	0,666	3,909	0,888	2,438
LELO70710-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HM-MP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
106	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XA-308	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL091105-5	482	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL091105-8B	518	17	37,3	4,93	22,4	4,92	1,46	4,82	0,769	4,84	1,02	2,79
LELO70710-8	-	7	16,825	2,173	11,333	3,131	1,101	3,381	0,565	3,568	0,792	2,238
XA-305	-	13	29	-	21	-	-	-	-	-	-	-
LL180311-9	271	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL160311-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL300312-7	365	16,7	40,2	5,55	24	5,99	1,71	5,71	0,88	5,35	1,16	3,18
XA-300	393	10	28	-	21	-	-	-	-	-	-	-
LL210111-1	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL280406-1	469	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XA-299	391	<10	30	-	19	-	-	-	-	-	-	-

No. Muestra	Yb	Lu	Hf	Ta	Cs	Zr	Nb	Y	Sc	Th	Edad (Ma)	Método
AT-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP-39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AT-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP-60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP-56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL260406-3	2,6	0,36	-	-	-	124	5	29,6	-	-	-	-
LELO70710-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LELO70710-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LELO70710-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,31 ± 0,17	Ar-Ar
LL180311-11	-	-	-	-	-	121	<5	<10	28	-	-	-
LL180311-10	-	-	-	-	-	124	<5	<10	30	-	-	-
LL150311-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LELO80710-2	2,216	0,34	-	-	-	118	<5	24,23	-	-	570 ± 20 ka	Ar-Ar
LELO70710-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HM-MP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
106	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XA-308	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL091105-5	-	-	-	-	-	88	<5	20	26	-	-	-
LL091105-8B	2,7	0,39	-	-	-	135	5	31,1	34	-	-	-
LELO70710-8	2,061	0,34	-	-	-	-	-	22,83	-	-	2,25 ± 0,04	Ar-Ar
XA-305	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL180311-9	-	-	-	-	-	122	<5	<10	28	-	-	-
LL160311-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL300312-7	2,84	0,37	2,87	0,31	-	111	5	37	8	2,99	1,13 ± 0,16	Ar-Ar
XA-300	-	-	-	-	-	123	5	35	30	-	0,9 ± 0,1	Ar-Ar
LL210111-1	-	-	-	-	-	108	5	<10	38	-	-	-
LL280406-1	-	-	-	-	-	119	5	25	28	-	-	-
XA-299	-	-	-	-	-	114	<5	31	32	-	-	-

No. Muestra	Referencia	Formación/Lugar	SiO₂	TiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	FeO
LL270406-9	Lara y Moreno, 2012	Estratos de Puleufu	54,04	1,63	15,91	10,92	-
XA-298	Lara y Moreno, 2012	Volcán Sarnoso	53,89	1,47	16,08	4,27	6,64
LELO90710-2	Lara y Moreno, 2012	Volcán Sarnoso	53,22	2	14,64	11,77	-
LELO90710-5	Lara y Moreno, 2012	Estratos de Puleufu	53,62	1,88	14,93	11,59	-
XXII	Lara y Moreno, 2012	Estratos de Fiuchá	52,9	0,73	20,05	8,19	-
LL250406-1	Lara y Moreno, 2012	Volcán Sarnoso	56,65	0,68	16,39	10,47	-
54B	Lara y Moreno, 2012	Malleco	58,03	1,27	16,31	8,72	-
IGE-253	Suárez y Emparan, 1997	Malleco	48,44	0,63	18,21	2,6	5,87
EL-460	Suárez y Emparan, 1997	Conjunto volcánico II	50,65	1,4	17,42	5,43	4,34
EL-591	Suárez y Emparan, 1997	Malleco	53,25	1,11	19,04	5,52	2,28
EL-564	Suárez y Emparan, 1997	Malleco	54,62	0,89	18,61	5,6	1,76
EL-837	Suárez y Emparan, 1997	Malleco	52,77	1,03	17,61	2,69	6,26
EL-461	Suárez y Emparan, 1997	Conjunto volcánico II	48,93	1,46	18,43	9,17	0,39
EL-667	Suárez y Emparan, 1997	Malleco	54,3	1,16	17,95	5,71	2,64
L-789	Suárez y Emparan, 1997	Malleco	56,75	0,95	18,21	2,65	4,7
EL-339	Suárez y Emparan, 1997	Malleco	52,13	1,17	19,23	2,64	6,25
EL-581	Suárez y Emparan, 1997	Malleco	53,01	1,2	18,76	6,23	2,36
EL-728E	Suárez y Emparan, 1997	Malleco	59,37	0,93	17,79	4,72	1,95
EL-726	Suárez y Emparan, 1997	Malleco	58,42	0,89	17,91	5,31	2,02
EL-657	Suárez y Emparan, 1997	Malleco	56,55	0,89	13,3	4,85	2,03
EL-558	Suárez y Emparan, 1997	Malleco	53,09	1,27	19,64	5,72	3,02
EL-795	Suárez y Emparan, 1997	Malleco	49,11	2,04	17,34	5,63	6,72
EL-725	Suárez y Emparan, 1997	Malleco	52,64	1,2	19,55	6	2,8
EL-817	Suárez y Emparan, 1997	Malleco	57,52	0,92	18,61	2,59	4,08
EL-790	Suárez y Emparan, 1997	Malleco	54,13	1,4	18,13	3,18	5,55
EL-873	Suárez y Emparan, 1997	Malleco	57,09	1,38	16,26	3,12	6,55
EL-644	Suárez y Emparan, 1997	Malleco	54,7	2,09	14,73	7,82	3,32
EL-646	Suárez y Emparan, 1997	Malleco	55,62	2,01	15,32	8,39	2,56
EL-582	Suárez y Emparan, 1997	Malleco	63,78	1,2	14,41	5	1,87
EL-798	Suárez y Emparan, 1997	Malleco	63,32	1,07	15,77	3,37	3,23

No. Muestra	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	H2O+	P2O5	Total	Cr	Ni	V	Ba	Rb
LL270406-9	0,15	3,9	7,82	3,65	1,01	0,36	0,38	99,77	33	4	335	327	23
XA-298	0,18	3,85	7,97	4,15	0,86	0,38	0,23	99,97	28	6	368	262	21
LELO90710-2	0,19	4,13	8,29	3,6	1,21	-	0,48	99,53	-	-	-	-	-
LELO90710-5	0,18	3,94	7,87	4	1,11	-0,04	0,41	99,49	18	16	357	294	9
XXII	0,165	2,73	9,3	2,83	0,38	1,29	0,231	98,8	-	-	-	-	-
LL250406-1	0,17	3,13	7,62	3,59	0,98	0	0,28	99,96	33	4	318	303	22
54B	0,166	2,4	5,55	4,68	1,31	0,12	0,406	98,96	-	-	-	-	-
IGE-253	0,13	9,78	9,85	2,2	0,37	1,68	0,11	99,87	353	135	230	245	3
EL-460	0,14	6,27	7,95	3,59	1,08	1,18	0,27	99,72	66	200	320	18	760
EL-591	0,13	4,92	9,21	3,42	0,54	0,48	0,19	100,09	69	36	227	193	9
EL-564	0,1	4,44	8,3	3,74	0,63	1,12	0,19	100	46	34	191	233	14
EL-837	0,14	4,91	9,28	3,06	0,74	1,1	0,14	99,73	53	25	250	230	20
EL-461	0,14	5,14	9,09	3,11	1,08	2,42	0,32	99,68	45	180	270	18	690
EL-667	0,13	4,34	8,46	3,76	0,46	0,54	0,21	99,66	40	17	205	206	6
L-789	0,12	3,56	7,92	3,77	0,99	0,42	0,14	100,18	49	12	170	200	22
EL-339	0,14	4,18	9,37	3,44	0,81	0,36	0,24	99,96	52	18	240	270	15
EL-581	0,13	3,98	8,52	3,55	0,75	0,86	0,23	99,58	60	26	223	237	18
EL-728E	0,15	2,85	6,16	3,99	1,34	0,31	0,15	99,71	15	5	129	375	33
EL-726	0,14	3,12	6,25	4,07	1,24	0,32	0,17	99,86	18	7	129	343	32
EL-657	0,12	2,9	7,58	3,93	0,86	1,16	0,22	94,39	23	16	148	269	20
EL-558	0,14	3,5	9,29	3,47	0,75	0,56	0,23	100,68	37	12	251	244	18
EL-795	0,2	4,82	9,14	3,26	0,59	0,8	0,3	99,95	55	34	400	285	4
EL-725	0,14	3,35	9,35	3,62	0,77	0,46	0,19	100,07	20	-	235	230	20
EL-817	0,1	2,3	7,36	3,84	1,02	1,34	0,18	99,86	6	6	190	245	22
EL-790	0,15	2,98	8,11	3,71	1,05	0,9	0,23	99,52	12	9	290	205	19
EL-873	0,16	3,12	6,06	4,43	0,87	0,52	0,25	99,81	21	11	230	255	14
EL-644	0,19	3,52	7,12	4	1,41	0,34	0,31	99,55	32	6	352	447	35
EL-646	0,22	2,95	6,55	4,35	1,27	0,42	0,3	99,96	30	-	295	398	30
EL-582	0,12	1,44	3,67	4,89	2,33	0,58	0,3	99,59	-	-	54	481	65
EL-798	0,11	1,24	3,4	4,65	2,42	0,74	0,31	99,63	2	1	60	340	59

No. Muestra	Sr	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
LL270406-9	472	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XA-298	380	<10	24	-	17	-	-	-	-	-	-	-
LELO90710-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LELO90710-5	409	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XXII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL250406-1	417	16,3	35,9	4,74	22,8	5,04	1,5	5,14	0,83	5,27	1,15	3,19
54B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IGE-253	510	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-460	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-591	632	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-564	582	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-837	440	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-461	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-667	676	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L-789	425	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-339	570	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-581	610	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-728E	632	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-726	617	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-657	596	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-558	582	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-795	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-725	631	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-817	580	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-790	510	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-873	415	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-644	507	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-646	485	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-582	314	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-798	270	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

No. Muestra	Yb	Lu	Hf	Ta	Cs	Zr	Nb	Y	Sc	Th	Edad (Ma)	Método
LL270406-9	-	-	-	-	-	138	5	35	37	-	-	-
XA-298	-	-	-	-	-	94	<5	30	33	-	-	-
LELO90710-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	690 ± 30 ka	Ar-Ar
LELO90710-5	-	-	-	-	-	145	5	10	-	-	-	-
XXII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL250406-1	2,89	0,42	-	-	-	122	<5	32,3	35	-	-	-
54B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IGE-253	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<1,8	K-Ar
EL-460	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-591	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-564	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-837	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-461	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-667	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L-789	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-339	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8 ± 1,1	K-Ar
EL-581	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-728E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5 ± 0,5	K-Ar
EL-726	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3 ± 0,6	K-Ar
EL-657	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-558	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-795	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-725	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-817	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-790	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3 ± 0,8	-
EL-873	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-644	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6 ± 0,7	K-Ar
EL-646	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7 ± 0,6	K-Ar
EL-582	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9 ± 0,3	K-Ar
EL-798	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8 ± 0,3	K-Ar

No. Muestra	Referencia	Formación/Lugar	SiO₂	TiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	FeO
11LL08-1Q	L.E. Lara, datos inéditos	Asociación Volcánica Oriental	46,96	1,49	15,9	9,75	-
12LL08-3Q	L.E. Lara, datos inéditos	Pino Hachado	57,68	0,82	17,53	6,32	-
LL 010610-4	L.E. Lara, datos inéditos	Sierra Nevada	49,67	1,03	20,25	9,76	-
LL 300510-3	L.E. Lara, datos inéditos	Lonquimay Ancestral	55,89	1,54	15,43	9,85	-
LL020211-4	L.E. Lara, datos inéditos	Malleco	57,28	1,13	17,28	7,62	-
LL020211-2	L.E. Lara, datos inéditos	Malleco	57,25	1,14	16,7	8,87	-
LL020211-3	L.E. Lara, datos inéditos	Malleco	52,49	1,46	17,91	10,34	-
LL 290510-1	L.E. Lara, datos inéditos	Lonquimay Ancestral	52,66	1,70	16,77	11,89	-
12LL08-1Q	L.E. Lara, datos inéditos	Pino Hachado	54,61	2	16,42	9,24	-
07LL04Q	L.E. Lara, datos inéditos	Plpi	55,16	1,43	16,98	10,57	-
LL020211-1	L.E. Lara, datos inéditos	Malleco	55,31	1,45	16,97	10,46	-
LL 270510-1	L.E. Lara, datos inéditos	Lonquimay Ancestral	56,66	1,37	16,54	10,70	-
XG-199	Lara et al. 2001	Volcán Paimún	50	1,02	18,46	3,26	5,2
XG-83	Lara et al. 2001	Complejo Mencheca	51,2	1,03	18,07	2,05	5,8
HM-71	Lara et al. 2001	Complejo Mencheca	50,97	0,95	20,02	2,29	5,54
XC-289	Lara et al. 2001	Estratos de Chapuco	52,57	1,07	17,18	3,25	5,7
XG-0011	Lara et al. 2001	Cordillera Nevada	53,57	1,03	17,84	3,17	4,64
XG-0022	Lara et al. 2001	Cordillera Nevada	52,26	0,88	18,97	1,91	5,79
XG-82	Lara et al. 2001	Complejo Mencheca	50,25	0,78	20,23	2,09	6,52
XG-173	Lara et al. 2001	Volcán Chihuío	49,96	1,21	17,54	4,8	5,5
XG-185	Lara et al. 2001	Volcán HuanquiHué	49,1	1,01	19,62	4,98	4,14
XG-104A	Lara et al. 2001	Sierra de Quinchilca	52,74	1,37	16,25	2,62	7,14
XG-0023	Lara et al. 2001	Cordillera Nevada	55,37	1,18	15,88	4,45	3,78
XG-126B	Lara et al. 2001	Complejo Cordón de Alvarez	53,69	1,08	17,77	2,62	5,51
XG-223	Lara et al. 2001	Malleco	49,94	1,25	18,81	3,65	6,33
XG-102B	Lara et al. 2001	Sierra de Quinchilca	51,99	0,86	20,51	2,56	4,71
XG-101	Lara et al. 2001	Sierra de Quinchilca	51,88	1,35	17,24	3,23	6,83
HM-25	Lara et al. 2001	Complejo Mencheca	53,37	1,2	17,58	2,92	6,69
XG-103	Lara et al. 2001	Sierra de Quinchilca	53,05	1,2	17,21	3,43	6,01
XG-200	Lara et al. 2001	Volcán Laguna Los Patos	55,23	1,07	19,96	2,92	5,27

No. Muestra	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	H2O+	P2O5	Total	Cr	Ni	V	Ba	Rb
11LLo8-1Q	0,16	8,47	8,42	2,94	1,63	-	0,41	99,75	14,4	139	211	324	30,2
12LLo8-3Q	0,12	2,87	6,58	3,64	2,66	-	0,2	99,78	1,7	<20	148	442	68,5
LL 010610-4	0,14	3,94	11,32	3,04	0,38	0,11	0,10	99,64	56	15	278	402	11
LL 300510-3	0,15	3,69	6,67	3,66	1,70	0,66	0,43	99,24	<10	13	460	703	41
LL020211-4	0,14	2,73	5,97	4,42	1,8	-	0,31	99,77	1,3	<20	154	376	43,2
LL020211-2	0,15	3,16	6,96	3,86	1,37	0,1	0,22	99,78	1,3	<20	213	347	33,2
LL020211-3	0,18	3,65	8,54	3,75	0,86	0,3	0,26	99,75	1,3	<20	314	302	-
LL 290510-1	0,18	3,47	7,84	3,56	0,91	0,55	0,22	99,52	<10	10	436	668	21
12LLo8-1Q	0,21	2,56		5,39	2,92	0,5	0,85	99,7	<0,002	<20	117	617	47,2
07LLo4Q	0,17	2,91	6,83	3,87	1,22	0,3	0,29	99,74	<0,002	<20	280	379	29,2
LL020211-1	0,17	2,85	6,83	3,89	1,21	0,3	0,29	99,75	<0,002	<20	264	354	-
LL 270510-1	0,21	2,06	6,37	4,65	0,79	-0,09	0,19	99,26	14	2	343	540	18
XG-199	0,14	7,14	9,85	3,26	0,73	0,43	0,26	99,75	-	-	-	248	-
XG-83	0,15	6,28	9,53	2,97	0,71	0,46	0,23	98,48	-	-	-	237	-
HM-71	0,16	5,54	5,15	3,22	1	1,29	0,18	96,31	-	-	-	-	-
XC-289	0,15	6,23	8,39	3,47	0,89	0,4	0,26	99,56	-	-	-	269	-
XG-0011	0,13	5,35	8,9	3,15	0,95	1	0,22	99,95	-	-	-	241	-
XG-0022	0,13	5,12	10,67	2,78	0,42	0,38	0,13	99,44	-	-	-	137	-
XG-82	0,14	5,63	9,86	3,18	0,48	0,56	0,14	99,86	-	-	-	212	-
XG-173	0,15	6,65	8,97	3,38	0,65	0,67	0,37	99,85	-	-	-	312	-
XG-185	0,17	5,49	10,63	2,93	0,86	0,42	0,19	99,54	-	-	-	312	-
XG-104A	0,13	5,86	8,76	3,14	0,86	0,57	0,26	99,7	-	-	-	267	-
XG-0023	0,13	4,93	7,6	3,41	1,61	1,05	0,24	99,63	-	-	-	359	-
XG-126B	0,15	4,83	8,74	3,59	0,87	0,64	0,31	99,8	-	-	-	294	-
XG-223	0,17	5,75	9,09	3,4	0,52	0,53	0,27	99,71	-	-	-	257	-
XG-102B	0,1	3,95	10,55	3,11	0,58	0,57	0,17	99,66	-	-	-	178	-
XG-101	0,14	5,38	8,68	3,38	0,6	0,82	0,23	99,76	-	-	-	280	-
HM-25	0,19	5,02	8,79	3,42	0,66	0,47	0,15	100,46	-	-	-	-	-
XG-103	0,13	4,81	8,74	3,69	0,67	0,64	0,18	99,76	-	-	-	245	-
XG-200	0,15	3,93	7,74	3,53	1,32	1,28	0,27	102,67	-	-	-	337	-

No. Muestra	Sr	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
11LLo8-1Q	712,9	-	44,5	5,73	-	4,79	1,47	4,4	0,69	3,88	0,71	2,2
12LLo8-3Q	504,9	-	39,9	4,79	-	3,98	-	3,72	0,64	3,47	0,69	2,21
LL 010610-4	558	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL 300510-3	413	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL020211-4	461,9	-	42,7	5,76	-	-	1,41	5,82	0,92	5,25	-	3,16
LL020211-2	409,8	-	34,2	4,79	-	5,3	1,25	5,28	0,92	5,42	-	3,26
LL020211-3	543,7	-	-	4,41	-	5,27	1,51	4,96	0,81	4,78	1	2,81
LL 290510-1	422	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12LLo8-1Q	562,8	42,2	94,8	-	50,7	10,37	2,96	9,35	1,34	7,44	1,46	3,97
07LLo4Q	487,2	-	33,5	4,99	-	5,66	1,6	5,76	0,98	5,53	-	3,13
LL020211-1	465,3	-	34,4	-	23	5,66	1,56	5,63	0,93	5,95	1,13	3,41
LL 270510-1	481	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XG-199	-	11	23	-	19	-	-	-	-	-	-	-
XG-83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HM-71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XC-289	-	11	31	-	19	-	-	-	-	-	-	-
XG-0011	-	10,26	24,95	3,6	15,88	3,9	1,12	4,23	0,72	4,02	0,62	2,29
XG-0022	-	5,03	12,71	1,93	9	2,51	0,88	2,99	0,55	3,14	0,66	1,89
XG-82	-	7,14	16	2,3	10,28	2,59	0,95	2,99	0,5	2,86	0,59	1,69
XG-173	-	14	31	-	23	-	-	-	-	-	-	-
XG-185	-	16	34	-	25	-	-	-	-	-	-	-
XG-104A	-	10,82	26,81	4	18,58	4,73	1,38	5,17	0,89	4,94	1,01	2,83
XG-0023	-	15,83	36,6	5,25	22,11	5,19	1,3	5,46	0,96	5,28	1,08	3,07
XG-126B	-	13	29	-	22	-	-	-	-	-	-	-
XG-223	-	10	25	-	24	-	-	-	-	-	-	-
XG-102B	-	5,95	14,72	2,26	10,61	2,83	0,98	3,2	0,56	3,16	0,65	1,85
XG-101	-	13,11	28,6	4,59	21,4	5,37	1,55	6,02	1,05	5,86	1,7	3,43
HM-25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XG-103	-	8,04	19,7	3	13,9	3,61	1,17	4,04	0,72	4,03	0,86	2,37
XG-200	-	13	29	-	23	-	-	-	-	-	-	-

No. Muestra	Yb	Lu	Hf	Ta	Cs	Zr	Nb	Y	Sc	Th	Edad (Ma)	Método
11LL08-1Q	1,84	0,28	-	1	0,9	172,1	-	-	24	-	2,4-1,0	K-Ar
12LL08-3Q	-	0,33	-	0,5	-	152,7	5	-	16	-	1,6	K-Ar
LL 010610-4	-	-	-	-	-	93	<5	<10	-	-	660±80 ka	Ar-Ar
LL 300510-3	-	-	-	-	-	183	11	<10	-	-	2.67±0.06	K-Ar
LL020211-4	-	0,46	-	0,3	-	182,3	-	-	22	-	1,7	K-Ar
LL020211-2	-	0,45	-	0,3	3	158	-	-	25	-	1,7	K-Ar
LL020211-3	2,72	0,39	-	0,2	-	130	-	-	34	3	1,7	K-Ar
LL 290510-1	-	-	-	-	-	130	<5	<10	-	-	0.64±0.06	K-Ar
12LL08-1Q	3,71	0,54	-	-	0,2	378,5	32	40	18	-	1,6	K-Ar
07LL04Q	3,16	0,49	-	0,3	-	142,5	-	-	30	-	>2	K-Ar
LL020211-1	2,95	0,47	-	0,2	-	134,7	-	30,2	30	-	1,7	K-Ar
LL 270510-1	-	-	-	-	-	124	<5	<10	-	-	0.94±0.3	K-Ar
XG-199	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XG-83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HM-71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XC-289	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6 ± 0,5	K-Ar
XG-0011	2,2	0,34	3,17	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
XG-0022	1,82	0,28	1,76	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
XG-82	1,63	0,25	1,46	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
XG-173	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XG-185	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	601 ± 20 ka	Ar-Ar
XG-104A	2,67	0,41	3,35	0,2	-	-	-	-	-	-	1,4 ± 0,6	K-Ar
XG-0023	2,92	0,45	4,74	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
XG-126B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XG-223	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XG-102B	1,76	0,27	1,85	0,1	-	-	-	-	-	-	0,8 ± 0,6	K-Ar
XG-101	3,2	0,5	3,6	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
HM-25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XG-103	2,3	0,4	2,6	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
XG-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

No. Muestra	Referencia	Formación/Lugar	SiO₂	TiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	FeO
XG-124	Lara et al. 2001	Complejo Nevados de Caburgua	59,85	0,98	16,9	2,87	3,8
XG-175	Lara et al. 2001	Volcán Quelguenco	54,63	1,68	17,88	3,61	4,12
XG-0005	Lara et al. 2001	Cordillera Nevada	54,58	1,77	15,41	2,6	7,79
XG-0010	Lara et al. 2001	Cordillera Nevada	54,49	1,75	16,16	3,42	6,71
XG-0009	Lara et al. 2001	Cordillera Nevada	55,27	1,62	16,24	3,85	5,87
XC-288	Lara et al. 2001	Estratos de Chapuco	59,51	0,97	16,87	3,33	4
XG-70	Lara et al. 2001	Cordillera Nevada	56,97	1,42	15,02	2,98	6,83
XG-71	Lara et al. 2001	Cordillera Nevada	55,93	1,14	18,07	2,77	5,3
XG-187	Lara et al. 2001	Volcán Huanquiuhé	54,2	1,55	17,01	7,59	1,49
XG-72A	Lara et al. 2001	Cordillera Nevada	57,23	1,46	15,5	4,09	5,58
XG-0029	Lara et al. 2001	Cordillera Nevada	52,55	2,82	13,33	4,68	8,85
XG-176	Lara et al. 2001	Volcán Pirihueico	68,93	0,38	16,16	1,75	0,69
XG-189	Lara et al. 2001	Volcán Carriñe	68,32	0,62	15,56	1,48	1,49
XG-174	Lara et al. 2001	Volcán Quelguenco	70,42	0,4	15,1	1,64	0,8
XG-222	Lara et al. 2001	Malleco	57,32	1,18	18,43	1,86	2,07
XG-135	Lara et al. 2001	Complejo Cerro Trautréñ	68,91	0,42	15,91	2,68	0,52
XB-29	Mella et al. 2005	Tronador II	49,07	1,97	15,87	6,34	6,36
XB-32	Mella et al. 2005	Tronador II	52,02	2,03	16,5	4,77	6,43
XM-23	Mella et al. 2005	Tronador (GDU)	63,87	0,63	16,85	1,35	2,91
TC-61	Muñoz and Stern 1988	Pino Hachado	49,51	1,65	16,15	2,88	6,87
TC-86	Muñoz and Stern 1988	Complejo Volcánico Rahue	50,57	1,63	17,38	5,24	4,33
TC-87	Muñoz and Stern 1988	Complejo Volcánico Rahue	51,69	1,47	17,64	3,47	5,54
TC-85	Muñoz and Stern 1988	Complejo Volcánico Rahue	54,42	1,3	16,87	2,58	5,49
TC-55	Muñoz and Stern 1988	Queli Mahuida	48,82	2,12	18,21	2,67	6,98
TC-88	Muñoz and Stern 1988	Complejo Volcánico Rahue	57,11	0,97	17,38	3,39	3,92
TC-30/31	Muñoz and Stern 1988	Complejo Volcánico Copahue	58,36	1,28	16,11	2,92	4,84
TC-74	Muñoz and Stern 1988	Complejo Volcánico Rahue	52,82	1,67	17,36	3	6,08
TC-84	Muñoz and Stern 1988	Complejo Volcánico Rahue	61,32	0,9	16,55	3,1	2,69
TC-57	Muñoz and Stern 1988	Queli Mahuida	53,05	1,98	17,78	5,35	4,1
TC-76	Muñoz and Stern 1988	Complejo Volcánico Rahue	54,66	1,57	17,32	3,47	4,86

No. Muestra	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	H2O+	P2O5	Total	Cr	Ni	V	Ba	Rb
XG-124	0,13	2,74	5,37	4,69	1,77	0,48	0,35	99,93	-	-	-	439	-
XG-175	0,21	3,03	5,95	5,13	2,04	0,39	0,94	99,61	-	-	-	874	-
XG-0005	0,18	4,05	8,11	3,41	1,2	0,53	0,3	99,93	-	-	-	335	-
XG-0010	0,18	3,64	7,58	3,59	1,2	0,89	0,29	99,9	-	-	-	348	-
XG-0009	0,17	3,45	7,9	3,62	1,26	0,23	0,28	99,76	-	-	-	352	-
XC-288	0,15	2,56	5,65	4,95	1,31	0,43	0,24	99,97	-	-	-	390	-
XG-70	0,17	3,37	7,06	4,04	1,33	0,41	0,27	99,87	-	-	-	356	-
XG-71	0,14	2,77	7,53	3,49	1,36	1,19	0,23	99,92	-	-	-	310	-
XG-187	0,27	2,98	7,17	3,52	1,56	1,65	0,42	99,41	-	-	-	545	-
XG-72A	0,17	3,06	6,63	4,19	1,33	0,34	0,31	99,89	-	-	-	376	-
XG-0029	0,22	3,88	7,61	3,05	1,23	0,23	0,37	98,82	-	-	-	360	-
XG-176	0,1	0,63	2,05	4,89	3,16	0,99	0,14	99,87	-	-	-	914	-
XG-189	0,09	0,69	1,8	5,51	3,75	0,32	0,07	99,7	-	-	-	933	-
XG-174	0,09	0,43	1,2	5,18	3,72	0,56	0,14	99,68	-	-	-	833	-
XG-222	0,27	0,61	3,29	5,96	1,51	0,73	0,4	93,63	-	-	-	359	-
XG-135	0,1	0,32	1,67	5,62	3,17	0,38	0,15	99,85	-	-	-	730	-
XB-29	0,21	4,51	9,48	2,77	0,96	1,99	0,36	-	67	37	353	354	35,8
XB-32	0,17	3,35	7,74	3,53	2,16	0,85	0,38	-	47	18	239	584	63
XM-23	0,19	1,19	3,36	5,32	2,48	1,2	0,25	-	159	34	10	662	49
TC-61	0,17	7,63	8,83	3,68	1,54	0,36	0,55	99,82	236	120	221	570	39
TC-86	0,15	5,87	8,27	4,1	1,27	0,4	0,42	99,63	78	40	223	410	22
TC-87	0,15	5,39	8,63	3,87	1,19	0,72	0,36	100,12	-	7	227	420	21
TC-85	0,14	4,54	6,94	3,87	1,96	1,19	0,36	99,66	67	31	76	510	53
TC-55	0,15	5,17	9,29	3,84	1,47	0,47	0,51	99,7	56	31	216	430	35
TC-88	0,13	3,55	5,82	4,11	2,49	0,52	0,24	99,63	-	-	159	510	93
TC-30/31	0,14	3,53	6,21	3,95	2,04	0,07	0,34	99,79	60	21	173	560	52
TC-74	0,17	3,91	6,79	4,52	1,83	0,94	0,56	99,65	-	-	184	620	37
TC-84	0,13	2,32	4,83	4,79	2,31	0,88	0,31	100,13	93	59	106	620	62
TC-57	0,15	3,78	6,94	4,29	1,82	1,07	0,55	100,86	40	17	193	580	45
TC-76	0,18	2,9	7,19	4,87	1,55	0,66	0,48	99,71	-	-	170	580	28

No. Muestra	Sr	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
XG-124	-	19	43	-	26	-	-	-	-	-	-	-
XG-175	-	47	98	-	61	-	-	-	-	-	-	-
XG-0005	-	15,93	37,6	5,39	23,83	5,91	1,65	6,3	1,13	6,31	1,34	3,73
XG-0010	-	17,12	40,21	5,74	25,55	6,26	1,77	6,92	1,23	6,9	1,43	4,08
XG-0009	-	15,81	37,83	5,34	23,78	5,87	1,66	6,46	1,14	6,4	1,33	3,79
XC-288	-	12	33	-	17	-	-	-	-	-	-	-
XG-70	-	15,85	36,83	5,2	22,85	5,55	1,56	5,89	1,06	5,97	1,28	3,58
XG-71	-	12,28	29,7	4,23	18,76	4,78	1,3	5,36	0,96	5,52	1,16	3,3
XG-187	-	25	53	-	38	-	-	-	-	-	-	-
XG-72A	-	17,96	40,97	5,51	25,41	6,11	1,67	6,43	1,15	6,41	1,37	3,83
XG-0029	-	17,94	42,43	6,26	28,63	7,34	2,05	8,07	1,45	8,13	1,73	4,82
XG-176	-	31	56	-	27	-	-	-	-	-	-	-
XG-189	-	38	86	-	40	-	-	-	-	-	-	-
XG-174	-	37	75	-	37	-	-	-	-	-	-	-
XG-222	-	15	33	-	31	-	-	-	-	-	-	-
XG-135	-	36	73	-	40	-	-	-	-	-	-	-
XB-29	404	20	48	6,2	32,57	7,88	1	4,1	0,8	5,9	1,25	3,4
XB-32	411	32	75	8,7	43,87	9,94	1,85	7,8	1,66	8,4	1,8	5,1
XM-23	498	28,4	62,7	6,63	30	5,62	1,47	4,52	1,02	5,34	1,2	3,21
TC-61	790	22,9	53,8	-	28,9	6,59	1,92	-	0,84	-	-	-
TC-86	760	21	48,1	-	-	5,8	1,76	-	-	-	-	-
TC-87	760	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TC-85	605	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TC-55	890	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TC-88	500	28,6	68,7	-	30,9	6,8	1,65	-	-	-	-	-
TC-30/31	473	26,3	61,6	-	-	7,18	1,61	-	-	-	-	-
TC-74	721	31,2	68,7	-	-	7,68	2,19	-	-	-	-	-
TC-84	470	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TC-57	700	32,4	77,5	-	35	7	2,41	-	-	-	-	-
TC-76	680	27,6	65,3	-	-	8,9	2,21	-	1,06	-	-	-

No. Muestra	Yb	Lu	Hf	Ta	Cs	Zr	Nb	Y	Sc	Th	Edad (Ma)	Método
XG-124	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8 ± 0,5	K-Ar
XG-175	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	720 ± 30 ka	Ar-Ar
XG-0005	3,6	0,56	4,01	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
XG-0010	3,89	0,62	4,33	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
XG-0009	3,66	0,57	4,33	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
XC-288	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4 ± 0,1	K-Ar
XG-70	3,51	0,55	4,11	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
XG-71	3,28	0,51	3,97	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
XG-187	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XG-72A	3,75	0,59	4,3	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
XG-0029	4,63	0,73	4,93	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-
XG-176	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XG-189	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XG-174	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XG-222	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XG-135	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XB-29	3,4	0,45	-	-	-	163	6	33	37	-	0,53 ± 0,13	Ar-Ar
XB-32	4,8	0,7	-	-	-	257	9	44	29	-	0,47 ± 0,04	Ar-Ar
XM-23	3,26	0,49	-	-	-	217	8	28	7	-	1,3 ± 0,3	K-Ar
TC-61	1,93	0,3	4	0,78	1	193	18	25	1	2,1	1,4 ± 0,2	K-Ar
TC-86	1,83	0,27	3,2	-	-	-	-	-	22,3	2,3	Pleistoceno	K-Ar
TC-87	-	-	-	-	-	155	11	21	-	-	1,0 ± 0,5	K-Ar
TC-85	-	-	-	-	-	199	13	23	-	-	Plioceno	K-Ar
TC-55	-	-	-	-	-	175	28	23	-	-	1 ± 0,4	K-Ar
TC-88	2,9	-	-	-	-	236	11	25	-	-	Pleistoceno	K-Ar
TC-30/31	3,23	0,54	5,4	-	3,8	228	9	28	22,9	7,1	0,8	K-Ar
TC-74	2,83	0,5	6	0,86	-	225	19	27	17,9	4,8	Pleistoceno	K-Ar
TC-84	-	-	-	-	-	202	15	26	-	-	2,9 ± 0,5	K-Ar
TC-57	2,81	-	-	-	-	246	23	23	-	-	0,9 ± 0,3	K-Ar
TC-76	4,1	0,69	6,3	0,53	4,9	230	14	38	15	7,4	Pleistoceno	K-Ar

No. Muestra	Referencia	Formación/Lugar	SiO₂	TiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	FeO
TC-78	Muñoz and Stern 1988	Complejo Volcánico Rahue	54,53	1,58	17,28	4,58	4,5
CZ-36	Muñoz and Stern 1988	Complejo Volcánico Pino Solo	58,96	1,42	17,13	2,58	4,26
CZ-37	Muñoz and Stern 1988	Complejo Volcánico Pino Solo	59,11	1,47	17,53	2,62	4,04
TC-62	Muñoz and Stern 1988	Pino Hachado	55,61	2,14	15,74	4,78	4,34
CZ-30	Muñoz and Stern 1988	Pino Hachado	54,79	2,37	16,93	3,17	5,92
CZ-40	Muñoz and Stern 1988	Complejo Volcánico Pino Solo	62,32	1,03	17,11	2,85	2,39
CZ-32	Muñoz and Stern 1988	Pino Hachado	57,2	1,6	17,6	3,4	3,2
CZ-24	Muñoz and Stern 1988	Pino Hachado	57,5	1,7	16,6	3,1	5,1
TC-119	Muñoz and Stern 1988	Complejo Volcánico Pino Solo	65,9	0,6	16,72	2,38	1,3
TC-35	Muñoz and Stern 1988	Complejo Volcánico Copahue	64,05	0,97	15,66	1,52	3,21
TC-34	Muñoz and Stern 1988	Complejo Volcánico Copahue	55,22	1,23	18,61	6,02	1,95
CZ-23	Muñoz and Stern 1988	Pino Hachado	59,8	1,1	16,1	2	4
TC-36	Muñoz and Stern 1988	Complejo Volcánico Copahue	74,42	0,21	13,41	1,25	0,38
TC-56	Muñoz and Stern 1988	Palao Mahuida	72,97	0,12	13,62	0,8	0,4
TC-40	Muñoz and Stern 1988	Pino Hachado	71,2	0,11	12,12	0,89	1,04
XS-630	Jara et al., 2011	Malleco	48,33	1,04	14,25	12,66	-
XO-2093	Jara et al., 2011	Malleco	52,57	1,11	17,91	9,38	-
XS-627	Jara et al., 2011	Malleco	48,43	1,13	20,47	10,75	-
XS-625	Jara et al., 2011	Malleco	51,35	1,15	18,17	10,32	-
XS-626	Jara et al., 2011	Malleco	47,56	1,23	20,25	11,53	-
XO-2084A	Jara et al., 2011	Malleco	50,78	1,33	16,9	11,34	-
XO-2086	Jara et al., 2011	Malleco	61,78	0,83	15,32	6,81	-
XS-624	Jara et al., 2011	Malleco	51,78	1,84	17,02	11,44	-
XO-2092	Jara et al., 2011	Malleco	60,26	1,15	15,52	8,12	-

No. Muestra	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	H2O+	P2O5	Total	Cr	Ni	V	Ba	Rb
TC-78	0,17	3,03	6,45	4,83	1,63	0,74	0,49	99,81	-	-	176	550	33
CZ-36	0,14	2,24	4,31	4,99	2,61	0,63	0,47	99,74	-	-	90	710	65
CZ-37	0,13	2,06	4,24	4,93	2,59	0,8	0,49	100,01	-	-	85	720	66
TC-62	0,22	2,62	5,05	5,62	2,68	0,39	0,78	99,97	-	-	117	680	55
CZ-30	0,19	2,6	4,66	5,63	2,75	0,69	0,69	100,39	-	-	-	700	65
CZ-40	0,1	1,48	3,19	4,66	3,34	1,47	0,31	100,25	-	-	72	850	85
CZ-32	0,19	1,7	4,4	6,4	2,9	0,1	0,56	99,25	-	-	-	574	65
CZ-24	0,18	2	4,1	5,9	3,6	0,1	0,58	100,46	-	-	-	617	66
TC-119	0,12	0,88	2,58	5,26	3,11	0,53	0,26	99,64	-	-	-	800	83
TC-35	0,15	1,13	2,53	5,99	2,28	2,43	0,26	100,18	-	-	20	640	61
TC-34	0,13	1,74	7,32	4,42	1,88	0,85	0,37	99,74	-	-	172	500	45
CZ-23	0,16	1,3	2,8	6,7	3,7	0,1	0,36	98,12	-	-	-	696	74
TC-36	0,05	0,19	0,84	3,96	4,38	0,5	0,04	99,63	-	-	10	535	121
TC-56	0,05	0,12	0,52	3,68	4,33	3,5	0,01	100,12	-	-	-	150	180
TC-40	0,1	0,08	0,32	3,7	5,61	3,53	0,02	98,72	-	-	-	10	226
XS-630	0,17	9,61	9,82	1,68	0,33	1,55	0,07	99,51	59	52	338	1608	11
XO-2093	0,14	4,73	9,25	3,31	0,61	0,2	0,31	99,52	200	56	239	176	19
XS-627	0,15	5,29	8,77	2,91	0,32	1,16	0,28	99,66	248	22	317	1777	7
XS-625	0,14	5,01	9,04	3,26	0,52	0,33	0,24	99,53	107	16	312	1826	8
XS-626	0,16	5,49	8,43	2,51	0,4	1,54	0,42	99,52	165	15	341	1946	7
XO-2084A	0,15	5,29	9,97	2,84	0,48	0,42	0,33	99,83	99	37	274	132	16
XO-2086	0,13	2,96	5,51	4,67	0,13	0,01	0,2	98,35	63	20	85	295	30
XS-624	0,19	4,45	7,93	3,55	0,97	0,04	0,52	99,73	12	39	543	3006	12
XO-2092	0,16	2,37	5,68	4,6	0,93	0,31	0,43	99,53	19	5	86	267	24

No. Muestra	Sr	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
TC-78	620	33,3	81,5	-	37,7	8,6	2,52	-	-	-	-	-
CZ-36	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CZ-37	570	40,3	86,2	-	-	9,6	2,17	-	-	-	-	-
TC-62	508	43,7	93,6	-	-	11,2	3,02	-	0,97	-	-	-
CZ-30	520	44,5	104	-	53,1	11,9	3	-	1,3	-	-	-
CZ-40	410	39,1	84,6	-	-	7,47	2,18	-	0,92	-	-	-
CZ-32	580	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CZ-24	449	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TC-119	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TC-35	331	31,2	60,8	-	-	7,68	2,35	-	-	-	-	-
TC-34	559	18,8	43,5	-	23,9	5,33	1,52	-	-	-	-	-
CZ-23	364	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TC-36	109	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TC-56	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TC-40	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XS-630	69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XO-2093	458	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XS-627	219	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XS-625	229	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XS-626	227	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XO-2084A	416	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XO-2086	388	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XS-624	175	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XO-2092	538	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

No. Muestra	Yb	Lu	Hf	Ta	Cs	Zr	Nb	Y	Sc	Th	Edad (Ma)	Método
TC-78	2,9	-	-	-	-	258	8	30	-	-	1 ± 0,2	K-Ar
CZ-36	-	-	-	-	-	306	16	32	-	-	Plioceno	K-Ar
CZ-37	5,17	0,8	6,5	0,91	3,94	315	22	40	14,4	10,4	2,1 ± 0,2	K-Ar
TC-62	4,32	0,7	7,6	1,9	-	414	43	42	-	7,5	1,6 ± 0,2	K-Ar
CZ-30	4,19	0,64	8,5	1,95	0,3	365	33	43	0,3	7,2	1,5 ± 0,1	K-Ar
CZ-40	4,18	0,53	7,7	1	8,6	313	20	38	9,5	10,8	2,2 ± 0,3	K-Ar
CZ-32	-	-	-	-	-	339	19	35	-	-	1,6 ± 0,1	K-Ar
CZ-24	-	-	-	-	-	483	26	39	-	-	Pleistoceno	K-Ar
TC-119	-	-	-	-	-	326	23	35	-	-	2,4 ± 0,3	K-Ar
TC-35	2,82	0,5	4,7	0,44	-	281	13	35	21,9	5,1	Pleistoceno	K-Ar
TC-34	2,9	-	-	-	-	203	11	33	-	-	Plioceno	K-Ar
CZ-23	-	-	-	-	-	391	40	42	-	-	1,6 ± 0,2	K-Ar
TC-36	-	-	-	-	-	135	14	17	-	-	1,1 ± 0,5	K-Ar
TC-56	-	-	-	-	-	119	37	20	-	-	Pleistoceno	K-Ar
TC-40	-	-	-	-	-	381	78	40	-	-	2	K-Ar
XS-630	-	-	-	-	-	30	<10	<10	-	-	-	-
XO-2093	-	-	-	-	-	72	<5	20	-	-	2,30 ± 0,06	Ar-Ar
XS-627	-	-	-	-	-	60	<10	<10	-	-	2,21 ± 0,04	Ar-Ar
XS-625	-	-	-	-	-	60	<10	<10	-	-	2,33 ± 0,04	Ar-Ar
XS-626	-	-	-	-	-	66	<10	<10	-	-	2,21 ± 0,12	Ar-Ar
XO-2084A	-	-	-	-	-	70	<5	19	-	-	-	-
XO-2086	-	-	-	-	-	106	<5	25	-	-	-	-
XS-624	-	-	-	-	-	79	<10	<10	-	-	2,14 ± 0,04	Ar-Ar
XO-2092	-	-	-	-	-	100	<5	29	-	-	2,30 ± 0,02	Ar-Ar

Tabla 10.5: Química y edades de muestras pliocenas

No. Muestra	Referencia	Formación/Lugar	SiO₂	TiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	FeO
IGE3	Suárez y Emparan, 1997	Conjunto volcánico I	47,82	1,68	16,6	2,82	6,68
EI-180	Suárez y Emparan, 1997	Conjunto volcánico I	48,58	1,57	17,4	3,07	6,08
IGE3	Suárez y Emparan, 1997	Conjunto volcánico I	45,86	1,85	16,74	4,67	5,05
IGE322	Suárez y Emparan, 1997	Conjunto volcánico I	48,79	1,45	16,15	3,82	6,98
EL-462	Suárez y Emparan, 1997	Conjunto volcánico I	49,28	1,43	18,17	4,2	4,84
IGE-8	Suárez y Emparan, 1997	Conjunto volcánico I	48,69	1,6	16,42	2,24	8,67
IGE-9	Suárez y Emparan, 1997	Conjunto volcánico I	48,43	1,77	17,47	7,38	3,62
EL-334	Suárez y Emparan, 1997	Malleco	52,13	1,18	19,95	3,67	5,1
EL-469	Suárez y Emparan, 1997	Conjunto volcánico I	49,87	1,32	21,21	3,67	4
EL-421	Suárez y Emparan, 1997	Conjunto volcánico I	50,96	2,07	17,42	4,77	4,44
EL-470	Suárez y Emparan, 1997	Conjunto volcánico I	51,54	1,63	19,75	4,33	4,54
EL-459	Suárez y Emparan, 1997	Conjunto volcánico I	51,66	2	17,62	7,44	2,3
EL-424	Suárez y Emparan, 1997	Conjunto volcánico I	51,24	2,3	17,02	8,46	1,76
EL-666	Suárez y Emparan, 1997	Malleco	63,99	0,57	17,06	3,54	1,53
EL-429	Suárez y Emparan, 1997	Conjunto volcánico I	51,08	2,37	18,38	9,16	1,34
LL 260510-1	L.E. Lara, datos inéditos	Conjunto Volcánico I	49,51	1,50	16,48	8,92	-
CZ-38	Muñoz and Stern 1988	Complejo Volcánico Pino Solo	56,52	1,52	18,32	2,91	2,65
TC-117	Muñoz and Stern 1988	Complejo Volcánico Pino Solo	53,56	1,77	17,51	4,36	5,03
TC-38	Muñoz and Stern 1988	Complejo Volcánico Copahue	51,21	1,48	16,57	3,88	4,92
TR-80/81	Muñoz and Stern 1988	Complejo Volcánico Rahue	60,49	0,85	17,25	1,56	3,86
XO-2081	Jara et al., 2011	Malleco	53,12	1,12	16,69	8,35	-

No. Muestra	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	H2O+	P2O5	Total	Cr	Ni	V	Ba	Rb
IGE3	0,17	8,17	8,8	3,05	1,57	1,98	0,32	99,66	220	120	217	270	30
EI-180	0,15	7,63	8,24	3,14	1,28	2,04	0,25	99,43	144	83	230	260	20
IGE3	0,18	7,49	8,28	3,95	1,55	3,64	0,35	99,61	177	91	230	330	30
IGE322	0,18	8,06	8,91	3,46	0,93	0,5	0,23	99,46	230	131	216	220	18
EL-462	0,14	6,7	9,18	3,45	1,08	1	0,27	99,74	110	60	210	270	19
IGE-8	0,18	7,89	8,97	3,33	0,96	0,32	0,3	99,57	220	132	210	230	18
IGE-9	0,18	6,48	8,89	3,15	0,88	0,84	0,3	99,39	160	98	210	215	14
EL-334	0,14	4,76	8,11	3,49	0,87	0,98	0,34	100,72	17	52	220	270	9
EL-469	0,12	3,5	9,96	3,38	1,37	1,02	0,33	99,75	17	18	165	300	26
EL-421	0,15	3,85	6,84	4,17	2,25	2,34	0,6	99,86	25	18	210	420	50
EL-470	0,13	3,6	8,31	2,84	1,45	1,18	0,38	99,68	12	11	190	310	23
EL-459	0,17	3,33	7,04	3,94	2,29	1,78	0,51	100,08	34	18	230	410	43
EL-424	0,14	3,15	6,74	4,19	2,57	1,68	0,75	100	6	9	190	480	52
EL-666	0,13	1,55	4,6	4,54	1,2	-	0,25	98,96	-	-	64	330	34
EL-429	0,13	1,86	7,04	4,26	2,48	1,32	0,63	100,05	13	12	200	420	61
LL 260510-1	0,15	8,14	9,18	3,19	1,39	0,82	0,39	99,26	138	50	380	587	25
CZ-38	0,14	2,67	5,16	4,92	2,42	0,48	0,44	98,15	-	-	65	630	59
TC-117	0,17	3,48	6,78	4,37	1,46	0,73	0,47	99,69	-	-	251	500	21
TC-38	0,19	2,62	6,65	4,89	1,41	0,41	0,38	94,61	-	-	183	473	27
TR-80/81	0,14	1,58	4,32	5,31	2,57	1,38	0,36	99,67	-	-	49	800	62
XO-2081	0,13	5,97	9,62	3,28	0,77	0,33	0,22	99,6	29	19	198	149	18

No. Muestra	Sr	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
IGE3	660	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EI-180	570	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IGE3	720	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IGE322	520	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-462	610	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IGE-8	520	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IGE-9	560	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-334	700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-469	850	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-421	870	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-470	740	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-459	530	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-424	560	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-666	490	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-429	590	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL 260510-1	608	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CZ-38	560	32,7	71,9	-	-	8,09	2	-	-	-	-	-
TC-117	671	24,3	55,6	-	-	6,84	2,12	-	0,87	-	-	-
TC-38	548	20,1	44,8	-	-	6,53	1,99	-	-	-	-	-
TR-80/81	510	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XO-2081	834	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

No. Muestra	Yb	Lu	Hf	Ta	Cs	Zr	Nb	Y	Sc	Th	Edad (Ma)	Método
IGE3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EI-180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IGE3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IGE322	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-462	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IGE-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,9 ± 0,4	K-Ar
IGE-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,2 ± 0,6	K-Ar
EL-334	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5 ± 2,1	K-Ar
EL-469	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-421	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,4 ± 2,0	K-Ar
EL-470	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-459	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,1 ± 2,5	K-Ar
EL-424	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EL-666	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,4 ± 0,5	K-Ar
EL-429	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL 260510-1	-	-	-	-	-	151	7	<10	-	-	4.52±0.07	K-Ar
CZ-38	3,85	0,62	7	0,85	-	294	16	33	13,1	8	Plioceno	K-Ar
TC-117	2,81	0,5	4,6	0,72	-	210	15	28	24,5	4,5	Plioceno	K-Ar
TC-38	3,73	0,55	3,4	-	-	176	10	33	25,9	4,1	4,3	K-Ar
TR-80/81	-	-	-	-	-	286	15	29	-	-	4,1	K-Ar
XO-2081	-	-	-	-	-	47	<5	13	-	-	4,4 ± 0,8	K-Ar