

OCURRENCIA DE MATERIALES PIROCLÁSTICOS EN SUELOS DE TRES SECTORES DEL OESTE DE SANTA CRUZ

Daniela C. VILLEGAS, Fernando X. PEREYRA, Adriana M. VIAGGIO y José A. FERRER

Servicio Geológico Minero Argentino, IGRM-SEGEMAR. Emails: dvilleg@minplan.gov.ar, fernap@minproduccion.gov.ar, adriviagg@gmail.com

RESUMEN

Se analizan las características de los materiales originarios de origen cinerítico, su variabilidad espacial, participación relativa e influencia en la génesis de los suelos en tres sectores del centro oeste de la provincia de Santa Cruz. Los mismos se hallan localizados en El Chaltén, en la Bahía Túnel del Lago Viedma y en la península Maipú del Lago San Martín (49°00'-49°36'S y 73°30'-72°00'W). Los suelos presentes en la región pertenecen a los Órdenes Andisol, Aridisol, Entisol, Espodosol, Histosol, Inceptisol y Molisol. La participación de materiales de origen piroclástico constituye un rasgo común en todos los suelos reconocidos. Estos materiales están intercalados o mezclados con sedimentos arenosos de origen fluvial, glaciolacustre o eólico. Debido a la alta morfodinámica de la región, la variabilidad de los materiales originarios es un aspecto característico de la misma. Se han estudiado cinco niveles de cineritas en suelos entre los 20 y 150 cm de profundidad. Las cenizas estudiadas tienen composición mesosilíceas y ácidas (traquiandesítica, andesítica, traquidacítica y riolítica). En la fracción arena fina y muy fina (74 a 125 μ m) observada al microscopio óptico predominan los fragmentos líticos volcánicos, a los que le siguen en importancia las plagioclasas y en proporción mucho menor el vidrio volcánico. Se reconoce una similitud entre la composición química de las tefras analizadas con datos preexistentes correspondientes a los volcanes chilenos Lautaro, Hudson y Monte Burney.

Palabras clave: *Suelos, Material originario, Depósitos piroclásticos, El Chaltén, Santa Cruz.*

ABSTRACT: *Occurrence of pyroclastic material in soils of three sectors of western Santa Cruz.* Main features of cineritic parent material from soils from central-western Santa Cruz Province were studied with special attention in the spatial variability, relative participation as parent material, and their influence in soil genesis. Study area is located between 49°00'-49°36'S and 73°30'-72°00'W from Lago Viedma to Península de Maipú in Lago San Martín. Andisols, Aridisols, Entisols, Spodosols, Histosols, Inceptisols and Mollisols soils profiles were recognised and studied. Ash and lapilli participation is a common feature in all observed soils. Pyroclastic materials are intercalated as thin layers or mixed with other sandy sediments of fluvial, glaciolacustrine or aeolian origin. Since morphodynamics is high as well as the variability of the geomorphic process, mixing of soils parent materials is a remarkable feature in all studied area. The characterization of the pyroclastic material was done based on mineralogical studies and geochemical analyses. Five different ash layers samples were sampled. Mineral determination was done in 74-125 μ m sand fraction. Lithic volcanics predominates followed by plagioclase crystalloclasts and, in lesser amount, volcanic glass. The analysed tephra when compared with data from other sources show a close correlation with Lautaro, Hudson, and Mont Burney volcanic products.

Keywords: *Soils, Parent materials, Cineritic deposits, El Chaltén, Santa Cruz province.*

INTRODUCCIÓN

Los suelos de la Patagonia occidental, dada la cercanía de numerosos volcanes activos durante el Cuaternario, presentan materiales piroclásticos en proporción variable. En el área de estudio, ubicada en el centro oeste de la provincia de Santa Cruz, dichos materiales se hallan como niveles de tefra de variado espesor intercalados con otros tipos de depósitos y conformando la matriz arenosa de sedi-

mentos de origen fluvial, glaciolacustre o glaciolacustre.

La zona ha sido afectada en tiempos recientes por diferentes procesos geológico-geomorfológicos: glaciario, volcanismo, remoción en masa, acción fluvial y erosión-agradación eólica. En consecuencia se observa una amplia diversidad de materiales originarios y la mezcla de sedimentos de diferente proveniencia. Las tefras de caída de varios eventos de un mismo volcán o de volcanes diferen-

tes muestran amplia diversidad composicional. No obstante la amplia diversidad de materiales originarios, consecuencia del carácter transicional de la zona de estudio, todos los suelos presentan niveles piroclásticos en variable proporción y con heterogénea distribución en los diferentes perfiles estudiados. El objetivo de la presente contribución es determinar las posibles áreas de proveniencia de los depósitos volcánicos que conforman los materiales originarios de los suelos.

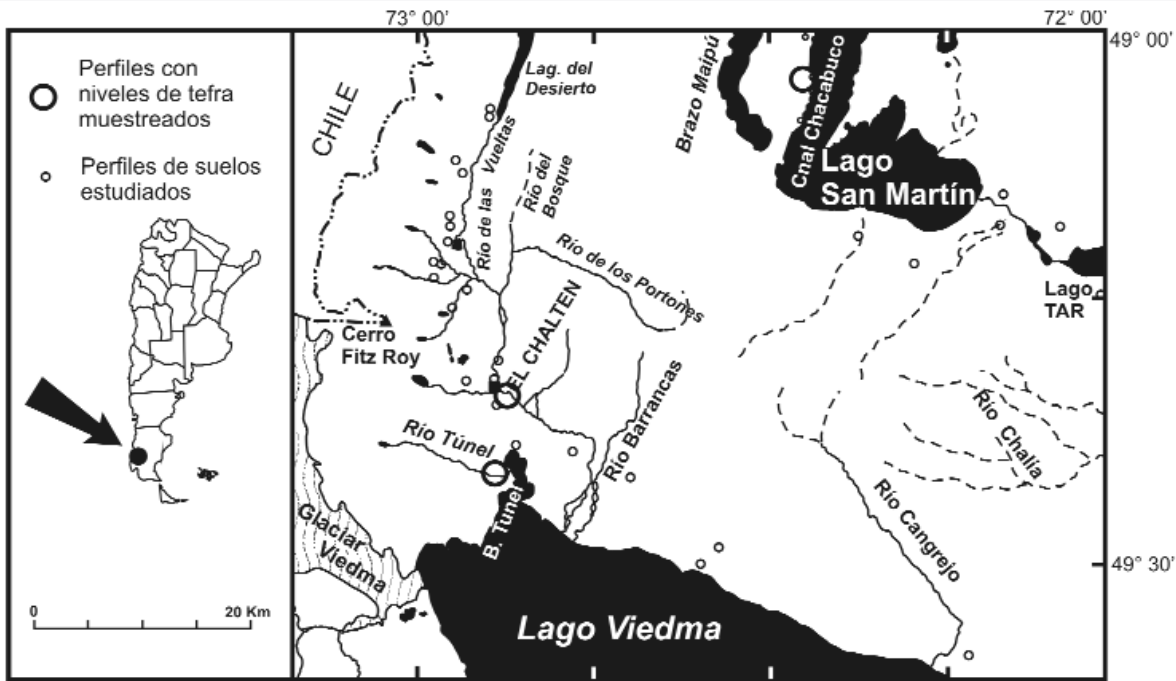


Figura 1: Ubicación del área de estudio.

Área de estudio

La zona de trabajo incluye a la localidad de El Chaltén y sus alrededores, el sector occidental del lago Viedma y la Península Maipú en la zona del lago San Martín, entre aproximadamente 49°00'- 49°36' latitud sur y 73°30'-72°00' longitud oeste (Fig. 1).

Las rocas aflorantes en región corresponden a las eras paleozoica, mesozoica y cenozoica. Los niveles más antiguos están constituidos principalmente por rocas sedimentarias sobre las cuales se hallan en forma discordante unidades conglomerádicas y volcánicas de edad jurásica. Continúa una potente secuencia de rocas sedimentarias, marinas y continentales, correspondientes a los períodos Cretácico y Terciario, que presentan intrusiones de rocas ígneas ácidas y básicas. Finalmente, lavas básicas cubren las unidades mencionadas y se intercalan con depósitos cuaternarios (Riccardi y Rolletti, 1980). El cuadro estratigráfico propuesto por Kosmal y Spikermann (2001) quienes realizaron un estudio geológico de detalle en la zona del Cerro Fitz Roy, sintetiza las características geológicas del ámbito de estudio (Cuadro 1).

Las geoformas más conspicuas son los extensos valles glaciares correspondien-

CUADRO 1: Geología de los alrededores del Cerro Fitz Roy*

Era	Período	Epoca	Unidad Geológica	Litología
Cenozoica	Cuaternario	Holoceno-Pleistoceno	Depósitos de piedemonte, aluvio fluvial, drift glacial	Conglomerados, arenas, till
	Terciario	Mioceno	Granito Fitz Roy	Diorita marginal; rocas graníticas, filones melanocráticos
Mesozoica	Cretácico	Inferior	Fm. Río Mayer	Pelitas negras, areniscas finas, conglomerados finos.
		Jurásico	Medio-superior	Complejo el Quemado
	Jurásico	Inferior?	Fm. Arroyo de la Mina	Conglomerados
Paleozoica	Carbonífero-Devónico		Fm. Bahía de la Lancha	Metapelitas y metaareniscas

*) según Kosmal y Spikermann (2001).

tes a los diversos eventos ocurridos desde fines del Terciario, algunos de los cuales se hallan en la actualidad modificados por la acción fluvial y otros constituyendo cuerpos lacustres. Frecuentemente se observa un fuerte control estructural con rumbo N-S, concordante con las fajas plegadas y corridas de la cordillera, como en el valle ocupado por la laguna del Desierto y el río de las Vueltas; los brazos elongados con sentido N-S del lago San Martín y el rumbo del río Leona. Otras geoformas debidas al proceso glaciario (morenas, planicies glaci-fluviales y glaci-lacustres) se enmarcan dentro de los amplios valles en artesa. La geoformas fluviales más conspicuas están constituidas por planicies y terrazas, abanicos aluvia-

les y *fan-deltas* en la desembocadura de los cursos en los lagos Viedma y San Martín. Bajos de origen diverso, pero básicamente asociados a eventos de deflación eólica se reconocen en las planicies glaci-lacustres y lávicas.

Los suelos del área de estudio pertenecen a 7 Órdenes, 14 Subórdenes, 20 Grandes Grupos y 26 Subgrupos (véase Cuadro 2). A nivel de la mayor jerarquía taxonómica se han reconocido: Andisoles, Aridisoles, Entisoles, Espodosoles, Histosoles, Inceptisoles y Molisoles (Villegas *et al.* 2007). Su distribución e importancia areal varía según los dos grandes ambientes morfoestructurales que caracterizan a la Patagonia en general: la región andina y la extrandina. Los Inceptisoles, Espo-

CUADRO 2: Participación relativa de los materiales piroclásticos en geoformas seleccionadas del área de estudio.

Geoforma	Material superficial	presencia de piroclastos*	morfo-dinámica	procesos activos
morenas frontales	gravas y bloques	1 y 2	moderada	erosión hídrica y eólica
terrazas glacifluviales	gravas y bloques	4	alta	erosión hídrica y eólica
morenas de fondo	gravas y bloques	1 y 2	moderada	deposición aluvial
rocas aborregadas	gravas coluviales	2 y 3	alta	remoción en masa
terrazas fluviales	gravas y arena	1, 2 y 4	muy alta	erosión hídrica y eólica
coluvio y carpeta detrítica hídrica dunas y otras	gravas y bloques	5	muy alta	remoción en masa y erosión
formas eólicas	arena	4	alta	erosión y acumulación eólica
abanicos aluviales	gravas	5	muy alta	deposición y erosión hídrica y eólica

*Referencias: 1) Capas de materiales cineríticos potentes que conforman los materiales originarios de los suelos; 2) materiales cineríticos mezclados con sedimentos de otro origen; 3) escasas cenizas volcánicas mezcladas con los materiales superficiales y coluviales; 4) intercalaciones de cenizas volcánicas en depósitos de otro origen y 5) materiales cineríticos ausentes.

dosoles y Andisoles se hallan restringidos a la primera de ellas, en concordancia con condiciones climáticas húmedas y actividad morfogenética intensa. Los Aridisoles se ubican en la zona extrandina, al este del área de trabajo y su predominio responde claramente a las condiciones climáticas imperantes. Los Molisoles se hallan en ambientes transicionales de clima húmedo y subhúmedo, mientras que los Entisoles, dadas sus características de escaso desarrollo, se distribuyen indistintamente en toda la región. Los Histosoles, se ubican en sectores de escasa superficie, restringidos principalmente al ambiente andino y subandino.

Los materiales originarios de los suelos presentan una amplia participación de materiales volcánicos. Stern (1990, 1991) a partir del estudio petrológico y geoquímico de rocas, tefras y vidrios de muestras provenientes de distintos volcanes patagónicos, diferencia en el ambiente cordillerano de la Patagonia, dos regiones con volcanes de origen y características geoquímicas diferentes: La zona volcánica austral (ZVA) hacia el sur de los 50°S y la zona volcánica sur (ZVS), de los 46°S hacia el norte. Los volcanes Cook (55°S), Monte Burney, Reclus (50°S), Aguilera (55°S) y Lautaro (49°S) forman parte de la austral, resultante de la convergencia entre las placas Antártica y Sudamericana. El volcán Hudson (46°S) es el más austral de la zona volcánica sur, la cual se

extiende hacia el N hasta los 33°S y se origina como consecuencia de la subducción de la placa de Nazca debajo de la Sudamericana.

Materiales y métodos

Los suelos reconocidos fueron clasificados según el sistema *Soil Taxonomy* (Soil Survey Staff 1999). Asimismo se determinó la unidad geomórfica asociada y se describieron los materiales parentales de los suelos analizados.

De los perfiles estudiados se seleccionaron tres, con conspicuos niveles de ceniza a fin de analizar las características mineralógicas y geoquímicas de los niveles cineríticos involucrados.

La caracterización de los materiales volcánicos se realizó mediante estudios mineralógicos y químicos. Se obtuvieron muestras de cinco niveles de ceniza ubicados entre la superficie y 1,5 m de profundidad en las proximidades de Bahía Túnel, en la localidad de El Chaltén y en la zona de Lago San Martín (Península Maipú). Se realizó un reconocimiento cualitativo de especies minerales en la fracción granométrica arena muy fina (74 - 125 μm) mediante grano suelto, previa separación densimétrica de minerales livianos y pesados.

La composición geoquímica de las tefras fue determinada por análisis químicos de elementos mayoritarios expresados en óxidos en el Laboratorio de Geoquímica

de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. Los datos obtenidos fueron comparados con otros procedentes de diversos sectores de Patagonia a fin de inferir la proveniencia de los depósitos analizados en el presente trabajo. Se utilizaron diagramas para materiales volcánicos locales propuestos por Stern (1990 y 1991) y el diagrama de álcalis total vs. sílice (TAS) para la clasificación de rocas volcánicas (Le Maitre *et al.* 1989).

RESULTADOS

Factores geológicos de formación de suelos

Los materiales originarios de los suelos del área de estudio están constituidos por depósitos cuaternarios resultantes del accionar de los procesos glaciario, fluvial, eólico y de remoción en masa que han conducido al fraccionamiento y transporte de las rocas aflorantes. Asociados a ellos y ampliamente distribuidos en toda la región, se hallan depósitos piroclásticos, provenientes de las erupciones volcánicas que han tenido lugar en reiteradas oportunidades durante el Neógeno.

Las geoformas del área de estudio se caracterizan por un tipo específico de material superficial que constituye por lo general el material originario de los suelos excepto cuando se halla sobrepuesto un depósito eólico o cinerítico. La participación de tefras como materiales originarios de los suelos es variable según la ubicación geográfica de la geoforma y la morfogénesis actual. En el Cuadro 2 se señalan los depósitos característicos de las principales formas del paisaje y la participación relativa de los materiales de origen piroclástico en relación con la intensidad del accionar de los procesos geomórficos (morfodinámica) y los procesos geomórficos activos en el presente, los cuales no coinciden necesariamente con los que originaron a las geoformas más relevantes. La mayoría de estos depósitos tiene lugar en las terrazas fluviales y glacifluviales y en las morenas. Por el contrario, los sedimentos más pobres

en tefras ocurren en abanicos aluviales y se asocian a los depósitos coluviales y carpetas detríticas de los laterales de los valles glaciarios, donde la morfodinámica es más intensa y las pendientes más abruptas.

En la Cuadro 3 se sintetiza la participación relativa de los diferentes tipos de materiales originarios en los suelos reconocidos, observándose en todos los casos una amplia participación de tefras, con características altamente variables. La presencia de delgados niveles de tefra intercalados o mezclados con otros depósitos constituye un denominador común en los materiales originarios de los suelos de la zona de estudio, siendo poco frecuentes los depósitos cineríticos de más de 50 cm de potencia.

Analizando la relación entre los tipos de suelos y los materiales originarios se ha observado que: los Andisoles se desarrollan sobre capas de cineritas puras; los Inceptisoles y Espodosoles, presentan sus horizontes superficiales (aproximadamente 30 cm) conformados por materiales de origen piroclástico y los niveles más profundos por gravas y arenas de variado origen; los Entisoles se desarrollan sobre casi todos los materiales, desarrollando en algunos casos Subgrupos vitrándicos; los Molisoles son también altamente variables, reconociéndose suelos formados sobre depósitos predominantemente volcánicos piroclásticos, pero por lo general poseen materiales originarios

de génesis diversa (depósitos arenosos eólicos o fluviales, depósitos glacifluviales o morénicos) con delgados niveles de tefra o arenas eólicas superpuestas y los Aridisoles se hallan asociados a depósitos glacilacustres, glacifluviales o morenas, a los que en general se superponen materiales arenosos eólicos. Los Histosoles suelen presentar intercalaciones de delgados niveles de tefra entre horizontes hísticos.

Caracterización petrográfica y mineralógica de los depósitos cineríticos

Se estudiaron depósitos de tefra en un Udortente típico de la zona de Bahía Túnel (Lago Viedma), capa superficial (BT^{sup}) y subsuperficial (BT^{sub}); en un Udortente típico en la Península Maipú (Lago San Martín), capa superficial (SMS^{sup}) y subsuperficial (SMS^{sub}) y en Haploxerol éntico en El Chaltén (ECh). En la Cuadro 4 se sintetizan los resultados obtenidos de la composición mineralógica cualitativa de los niveles de tefra analizados.

Tefra Bahía Túnel. Capa superficial (BT^{sup}): Predominan ampliamente los fragmentos pumíceos de formas muy irregulares, alargadas y fluidales. Se hallan moderadamente alterados, con superficies heterogéneas cubiertas de óxido de hierro, notándose en algunos casos un marcado bandeamiento. Le siguen en abundancia fragmentos líticos de pastas volcánicas, ricas en vidrio, con fenocristales de plagioclasa y piroxeno, textura felsítica,

totalmente frescos, irregulares y angulosos. Entre las especies minerales se han reconocido: plagioclasas, piroxenos, anfíboles y biotita. Las plagioclasas son en su mayoría ecuanes, frescas y levemente alteradas; en algunas se reconocen las típicas maclas polisintéticas. El piroxeno tiene forma prismática alargada, color verde tenue a castaño rosado (pleocroismo) y se halla asociado a pasta volcánica vítrea. Entre los anfíboles se han reconocido escasa hornblenda color verde con inclusiones de minerales opacos y lamprabolita castaña rojiza oscura con formas ecuanes y proladas. La biotita, es castaña y frecuentemente presenta inclusiones de zircón. La presencia dominante de piroxeno y hornblenda entre los minerales pesados denotan la composición mesosilícea de este depósito piroclástico.

Tefra Bahía Túnel. Capa subsuperficial (BT^{sub}): Esta muestra, texturalmente más fina y algo más consolidada, presenta también un amplio predominio de componentes líticos (95%), constituidos por granos aproximadamente ecuanes, angulosos y redondeados, de texturas felsíticas y colores castaños. Los granos redondeados corresponderían a fragmentos pumíceos y los angulosos a trizas vítreas alteradas constituyendo pastas felsíticas finas. En algunos individuos fue posible reconocer formas relicticas de canales de escapes de gases. Se han observado también escasos fragmentos líticos

CUADRO 3: Participación relativa de los diferentes materiales originarios en los suelos reconocidos.

	Depósitos glaci-fluviales	Depósitos glaciarios	Depósitos coluviales	Materiales piroclás-ticos	Depósitos fluviales	Depósitos glaci-lacustres	Arenas eólicas
Vitricriandes - Udivitrandes - Hapludandes				1			
Haplargides - Natrargides - Haplocambides	2	2		4		2	3
Criortentes típicos		3	2	4			
Criortentes vitrándicos		4	2	3	2		
Criopsamentes - Xeropsamentes				4	3		2
Torriortentes - Xerortentes - Udortentes	2	2		4	2	2	3
Fluvacuantes				4	2		
Haplocriodes ándicos	2	2		3		2	
Haplohemistes				4			
Distrocricptes - Eutrocricpte - Eutrudepte	2	2		3		2	
Hapludoles énticos	3	3		2	3		4
Haploxeroles énticos	3	3		3	2		3

1 único; 2 dominante, 3 subordinado, 4 accesorio.

de pastas afieltradas, levemente alteradas. Entre los escasos granos minerales se ha reconocido hornblenda castaña, leve y moderadamente alterada, angulosa e irregular de formas ecuanteras y proladas. Las características mineralógicas sugieren una composición ácida para este nivel de ceniza volcánica.

Tefra Lago San Martín. Capa superficial (SM_{sup}): Los componentes mayoritarios de este nivel son vitroclastos y plagioclasas entre los minerales livianos mientras que entre pesados predominan los hiperstenos. Los vitroclastos son los más comunes, hallándose en proporción aproximada al 40%. Los fragmentos pumíceos son los vidrios más comunes. Se presentan incoloros, frescos, con inclusiones fluidas, abundantes vesículas y formas muy irregulares y angulosas. En algunos casos poseen fenocristales de plagioclasa. Las trizas presentan características variables, observándose: trizas incoloras, irregulares, frescas, con escasas concavidades, superficies casi lisas y totalmente isotropas; trizas de color castaño subredondeadas, irregulares, alteradas, ligeramente anisótropas (anisotropía en parches) con abundantes microlitos y a veces con inclusiones minerales. También se han observado individuos con textura felsítica, que poseen la forma relictica de una triza vítrea denotando su origen a partir de la alteración de vidrio. En otros casos se observa leve birrefringencia con extinción en abanico dada por una textura fibrosa radial.

Los fragmentos líticos volcánicos están constituidos por pastas vítreas isotropas, microlíticas, con fenocristales de plagioclasa e hipersteno, orientados subparalelamente. Otros son castaño amarillento con pátinas castaño oscuro. Las plagioclasas reconocidas son frescas y moderadamente alteradas en proporciones similares. Las primeras son tabulares e irregulares, con o sin maclas visibles y en algunos casos con zonalidad. Las plagioclasas alteradas son ecuanteras, con alteración en los bordes y en planos de clivaje. El hipersteno es prismático, con halos vítreos, color verde translúcido tenue, pleocroico

CUADRO 4: Composición mineralógica cualitativa de cinco niveles de ceniza volcánica en el área de estudio

Componentes minerales comunes	Bahía Tunel superficial	Bahía Tunel subsup.	L. S. Martín superficial	L.S.Martín subsup.	Chalten superficial
Flv microlíticos	xxx		xx	xx	xxx
Flv felsíticos	XXX	xxx	xx		
Plagioclasa	xx	xxx	xxx	xxx	
Vidrio volcánico	XXX	x	XXX	xx	xxx
Cuarzo					x
Piroxeno			x	x	x
Hornblenda	x	x	x	x	x
Lamprabolita	x				
Opacos			x	x	

XXX: muy abundantes; xxx: abundantes; xx escasos; x muy escasos; nd: no determinado; FLV: fragmentos líticos volcánicos.

a castaño rosáceo tenue. La hornblenda es ecuantera, redondeada y se halla moderadamente alterada. La asociación mineralógica sugiere una composición mesosilíceica para este nivel de tefra.

Tefra Lago San Martín. Capa subsuperficial (SM_{sub}): Predominan los fragmentos líticos volcánicos y las plagioclasas. Dentro de los primeros se han reconocido dos variedades de pastas volcánicas: una de textura afieltrada y bordes irregulares, con abundante vidrio y fenocristales de plagioclasa y otros, los más comunes, constituidos por pastas felsíticas y de formas redondeadas. Las plagioclasas se presentan tabulares e irregulares, con forma de prismas alargados y prismas cortos, moderadamente alteradas. Por otro lado, las trizas vítreas son escasas. Entre los minerales pesados se identificó hipersteno y hornblenda asociados con vidrio volcánico. Le siguen en importancia los minerales opacos. También se ha observado biotita, verde y castaño. Dicha asociación de minerales pesados denotan la composición mesosilíceica de este depósito piroclástico.

Tefra El Chaltén (ECh): Este nivel muestra mayor heterogeneidad mineralógica, aunque con un marcado predominio de fragmentos líticos volcánicos y plagioclasas. Entre los primeros predominan las pastas volcánicas, angulosas, irregulares, de texturas microlítica, afieltrada o pilotáxica, en algunos casos con fenocristales prismáticos alargados de enstatita e hipersteno. También se han observado escasos fragmentos líticos subredondea-

dos, de textura traquítica (plagioclasas subparalelas). Otros fragmentos líticos reconocidos son ecuanteras y redondeados (forma aproximada de esferas), de textura felsítica. En algunos puede observarse relictos de paredes de oquedades y canales, evidenciando su origen a partir de la alteración de trizas vítreas. Se han identificado escasos litoclastos subangulosos y prolados; otros con inclusiones de opacos, y/o pátinas de óxidos y un tercer tipo formado por minerales felsíticos, entre los que se observan fenocristales de plagioclasa, moderadamente alterados, con bordes difusos y escasos individuos de texturas esferulíticas. Las plagioclasas son tabulares a irregulares, en algunas de las cuales se reconoce la típica macla polisintética. También han sido observados escasos granos de cuarzo irregular, algunos con pátinas de arcilla (origen sedimentario) y otros con inclusiones.

El vidrio se presenta de formas variadas: trizas incoloras, irregulares con abundantes oquedades, isotropas y frescas; fragmentos frescos de pómez con marcados rasgos de fluidalidad; trizas con escasas concavidades, con superficies más o menos lisas e inclusiones minerales de plagioclasa y hornblenda; y trizas ecuanteras, de superficie muy irregular y abundantes inclusiones gaseosas. Los minerales pesados son hornblenda verde y castaño, de forma prismática, irregular e hipersteno y enstatita, asociados con vidrio. Las especies mineralógicas reconocidas sugieren una composición mesosilíceica para este depósito.

CUADRO 5: Composición química de las cenizas correspondientes al presente estudio.

Muestra	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe total	FeO	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O-	H ₂ O+	total
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Bahía Túnel superficial	62.06	0.51	12.10	3.13	0.64	2.43	<0.02	2.14	5.84	5.08	2.90	0.32	3.83	0.72	98.55
Bahía Túnel subsuperficial	75.78	0.43	11.00	2.78	2.11	0.46	<0.02	0.99	1.72	3.66	1.38	0.26	1.91	0.86	100.5
L. San Martín superficial	61.50	0.69	13.75	3.99	1.66	2.16	<0.02	1.82	4.34	4.54	3.02	0.26	2.20	1.27	97.22
L. San Martín subsuperficial	59.96	1.38	12.79	5.14	1.02	4.01	<0.02	2.06	4.49	3.09	2.44	0.25	2.88	3.27	97.65
El Chaltén	65.32	0.52	13.79	3.62	1.80	1.64	<0.02	1.69	4.32	4.74	3.37	0.21	2.49	0.62	100.5

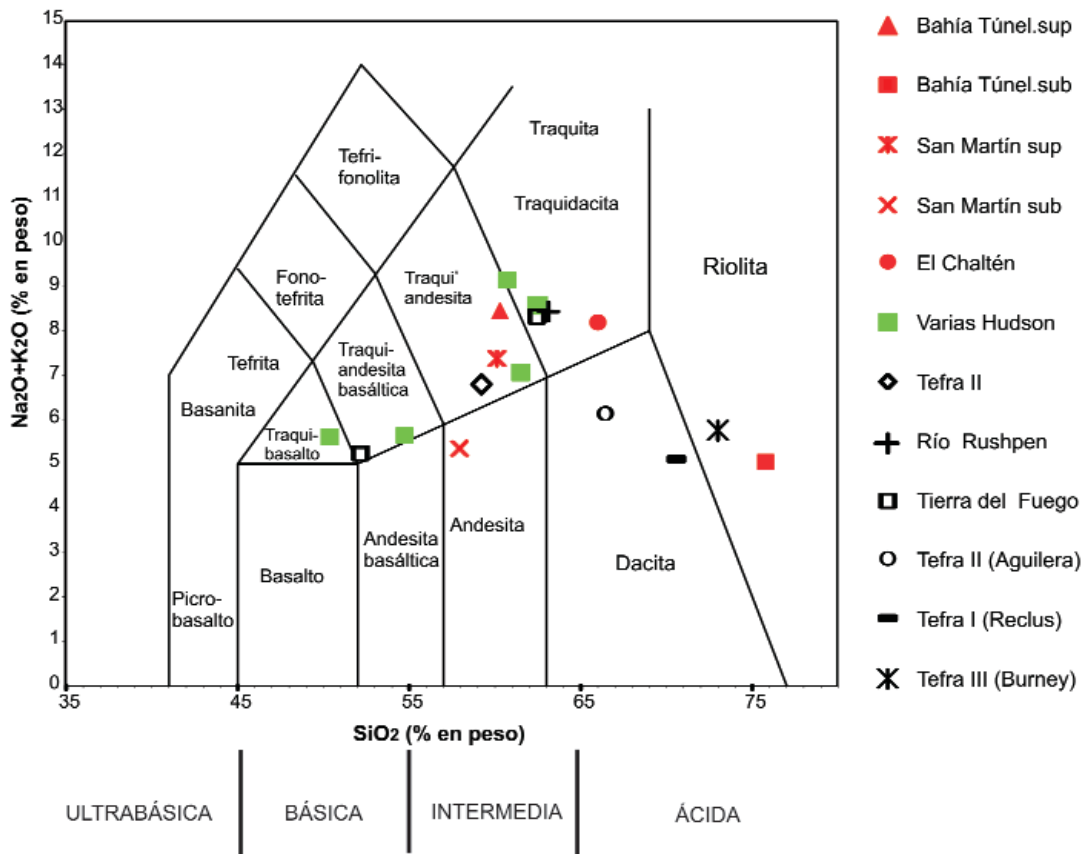


Figura 2: Diagrama de clasificación química y nomenclatura de rocas volcánicas "total álcalis vs sílice" (TAS) según Le Maitre (muestras del presente trabajo, en rojo; datos de Stern (1990) en negro; datos de Bietschene y Fernandez 1995 y de Fuenzalida 1976 en verde).

Caracterización química de los materiales piroclásticos

Analizando la geoquímica de los muestras estudiadas se observa que los niveles de tefra BTsup, SMSup y ECh, presentan similares proporciones de cada uno de los elementos analizados, si bien la última tiene la mayor proporción de sílice (véase Cuadro 5). Las otras dos muestras (SM sub y BTsub) poseen características notablemente diferentes: SMSub es notoriamente más pobre en SiO₂ y tiene elevado

K₂O, así como también la mayor proporción de Fe total y TiO₂ de las cinco muestras analizadas. Por otro lado, BTsub es la más rica en sílice (75,78%) y la menos provista de metales con proporciones relativamente bajas de TiO₂; Fe total, MgO, CaO y K₂O.

A través del diagrama total álcalis versus sílice (TAS) de Le Maitre *et al.* (1989) los depósitos piroclásticos analizados para la zona de estudio se clasifican en rocas volcánicas intermedias y ácidas (véase Fig. 2). Las muestras BT sup y SM sup, pre-

sentan composición de traquiandesita; el depósito correspondiente ECh tiene composición de traquidacita; la muestra SMSub es andesítica y BTsub riolítica. Stern (1991) reconoce importantes diferencias químicas y petrográficas entre los volcanes de las zonas volcánicas austral y sur: los primeros presentan andesitas silíceas y dacitas, mientras que los de la zona austral tienen basaltos y dacitas (véase Cuadro 6 y Figs. 2 y 3). Comparando los datos propios con los utilizados por Stern (1990, 1991) para la

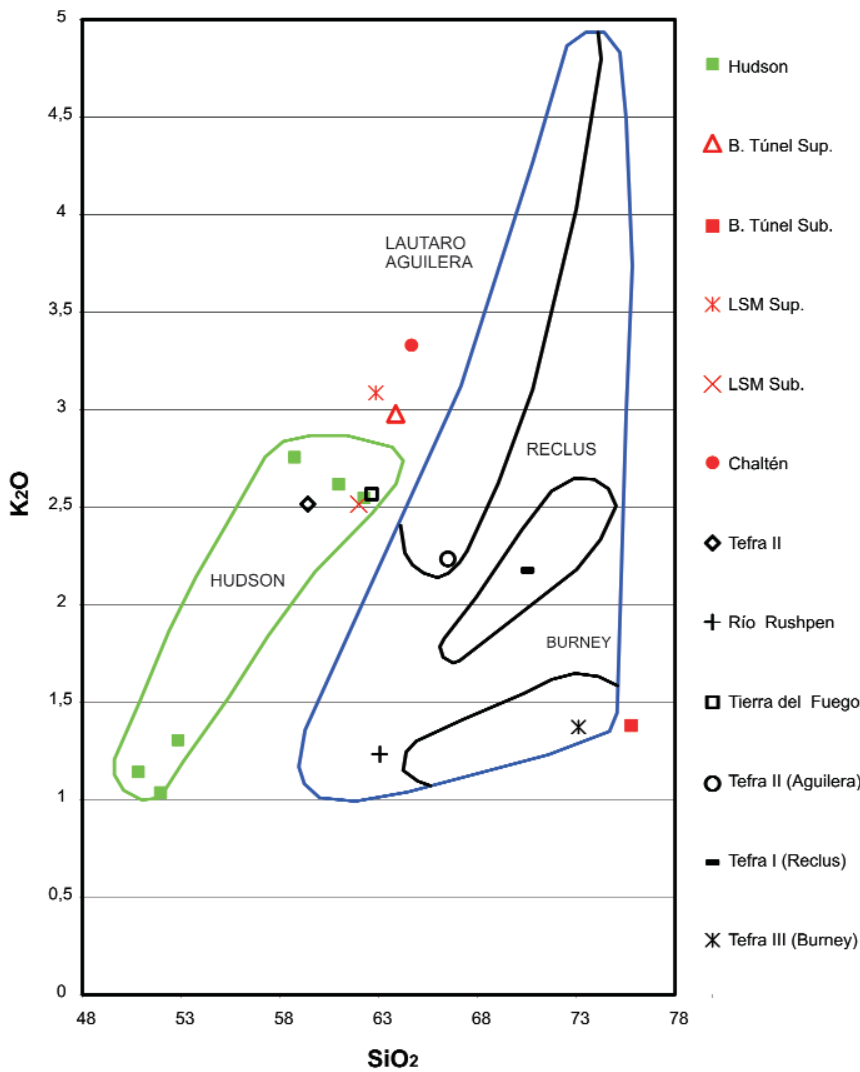


Figura 3: Campos composicionales definidos por Stern (1991) según la relación K₂O vs. SiO₂ para el volcanismo de la Cordillera Patagónica Austral (en rojo, muestras del presente estudio).

cae dentro del campo del volcán Hudson (véase Fig. 3). Las otras tres muestras (LSM superficial, BT superficial y Chaltén) presentan valores de SiO₂ y K₂O intermedios entre las muestras del Hudson y de los volcanes Lautaro y Aguilera, definidos por el precitado autor (Fig. 3). Si se analiza el gráfico SiO₂ vs. TiO₂ (Fig. 4), todas las muestras del presente estudio, excepto una, se ubican en el grupo de volcanes de la zona austral. La muestra restante (LSM subsuperficial), en coincidencia con el gráfico SiO₂ vs K₂O Fig. 3), se halla dentro del campo definido para el volcán Hudson. En virtud de lo expuesto, es probable que las muestras obtenidas de los niveles más próximos a la superficie (LSM superficial, BT superficial y Chaltén) provengan del volcán Lautaro y que la diferencia con los datos de Stern (1990) se deba a la fuerte variabilidad composicional de los volcanes de la región. Por otra parte la tefra más profunda de Bahía Túnel presenta semejanzas con los materiales provenientes de Monte Burney. La ceniza más profunda de Lago San Martín posee una composición química similar a los depósitos provenientes del volcán Hudson, cuyas tefras cubrieron extensas superficies de la Patagonia en varias oportunidades durante el Holoceno.

CONCLUSIONES

Durante el Cuaternario han tenido lugar diversos eventos volcánicos de caída de tefras, situación que se refleja en el mate-

confección de sus gráficos, surge que la muestra BT subsuperficial presenta valores de SiO₂ y K₂O parecidos, aunque más ricos en sílice, a los de las muestras provenientes del volcán Monte Burney (ZVA), mientras que LSM subsuperficial

CUADRO 6: Composición química de diferentes tefras de Santa Cruz y Tierra del Fuego.

componentes químicos	Tefra II*	Río* Rushpen	N de Tierra del fuego*	Tefra II* (Aguilera)	Tefra I* (Reclus)	Tefra III* (Burney)	Hudson 91 (1 ^a)**	Hudson 91 (1 ^a)**	Hudson 91 (2 ^a)**	Hudson 91 2A)**	Hudson 76 A***	Hudson 76 B***
SiO ₂	59.36	63.04	62.58	66.37	70.27	73.00	52.20	50.78	62.8	54.61	60.59	61.99
TiO ₂	1.79	1.23	1.24	0.37	0.40	0.42	2.08	2.29	1.22	1.58	1.27	1.27
Al ₂ O ₃	20.97	16.71	16.7	17.20	17.05	15.04	14.87	15.56	15.00	16.48	16.81	16.70
Fe tot.	5.12	4.66	4.55	3.14	3.04	1.75	12.74	11.73	6.05	8.93	7.49	7.01
MnO	0.11	0	0	0.05	0	0.04	0.20	0.19	0.15	0.23	0.19	0.17
MgO	1.59	1.64	1.76	2.07	1.19	0.45	4.28	4.20	1.45	4.02	1.69	1.48
CaO	3.93	3.98	4.38	4.64	2.53	3.10	8.22	8.10	3.43	7.09	3.25	3.60
Na ₂ O	4.34	5.89	5.78	3.91	2.94	4.15	3.92	4.34	4.60	4.30	6.25	5.78
K ₂ O	2.51	2.59	2.56	2.22	2.17	1.36	1.28	1.32	2.57	1.29	2.84	2.66
P ₂ O ₅	0.28	0.2	0.60	0	0.37	0.66	0.96	0.42	0.42	0.59	0.49	0.44

Según *Stern 1990, **Bietschene y Fernandez 1991, ***Fuenzalida 1976)

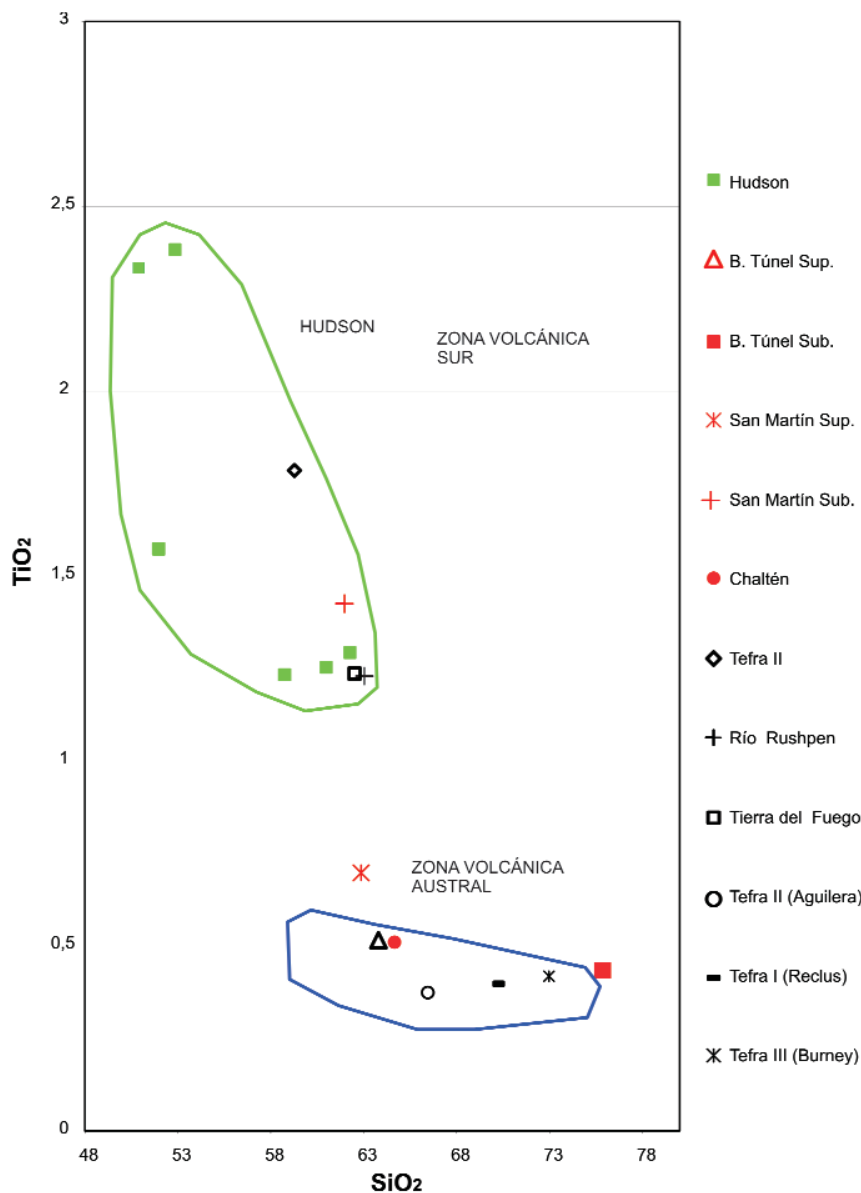


Figura 4: Campos composicionales definidos por Stern (1991) según la relación TiO_2 vs. SiO_2 para el volcanismo de la Cordillera Patagónica Austral (en rojo, muestras del presente estudio).

rial originario de los suelos, con un alto grado de mezcla de componentes volcánicos con depósitos de origen glaciario y glaciifluvial. La presencia de variable proporción de materiales de génesis volcánica, es denominador común en los suelos de la zona.

Los niveles de ceniza muestreados en la zona tienen composición mesosilíceica y ácida: traquiandesítica (dos muestras); andesítica (una muestra); traquidacítica (una muestra) y riolítica (una muestra). La diversidad composicional es similar a

la hallada por otros autores para áreas próximas a la zona de estudio. Las capas de composición más básica han sido muestreadas en la zona del Lago San Martín (península Maipú) y los exponentes más ácidos en Bahía Túnel (sector occidental del Lago Viedma).

Los materiales de génesis volcánica revisitan una especial importancia en los suelos de la región. Su presencia cubriendo los materiales superficiales de las geofor-mas constituye un factor que en algunos casos se sobrepone al relieve, promo-

viendo la génesis de suelos específicos, relacionados estrechamente con ese tipo de material originario y sus productos de alteración.

La participación de materiales piroclásticos es decisiva en el desarrollo de Andisoles. En Molisoles promueven los procesos de humificación en epipedones y facilitan la adquisición de características físico químicas de horizontes mólicos. En Entisoles, Espodosoles, Inceptisoles les confieren propiedades ándicas atenuadas, permitiendo la definición de Subgrupos ándicos y vitrándicos. En los dos últimos órdenes mencionados favorecen un buen drenaje interno que promueve el proceso de podzolización. En la evolución de Aridisoles, la mineralogía de filiación volcánica es dominante en la fracción arena de los suelos.

Los horizontes compuestos mayoritariamente por depósitos de tefras poseen por lo general, baja densidad aparente, alta retención hídrica, son porosos, blandos y esponjosos, óptimos para el asentamiento de la vegetación y muy fértiles.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Auer, V. 1950. Las capas volcánicas como nuevo método de cronología postglacial en Fuego-patagonia. *Revista de Investigaciones Agrícolas* 3^a, 2: 49-208.
- Bitschene P. y Fernandez M. 1995. Volcanology and petrology of fallout ashes from the August 1991 eruption of the Hudson Volcano (Patagonian Andes). En *La erupción del volcán Hudson (Andes patagónicas) en agosto de 1991: mil días después*. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco y SEGEMAR, 27-54, Comodoro Rivadavia.
- Fuenzalida, R., 1976. The Volcan Hudson. En Gonzalez Ferrán, O. (eds.) *Symposium on Andean and Antarctic Volcanology Problems*, Actas: 78-87, Santiago de Chile.
- Kosmal A. y Spikermann J.P. 2001. Geología de la zona del Cerro Fitz Roy, prov. de Santa Cruz. *Revista Museo Argentino de Ciencias Naturales* 3(1): 41-53.
- Le Maitre, R.W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lamayre Le Bas, M.J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sorensen, H., Strekeisen, A., Woolley, A.R.

- y Zanettin, B. 1989. Classification of igneous rocks and glossary of terms, Blackwell, 193 p., Oxford.
- Soil Survey Staff 1999. Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. U.S. Government Printing Office USDA-SCS, Agricultural Handbook 476, 869 p., Washington DC.
- Salmi M. 1941. Die postglazialen eruptionsschichten Patafoniens und Feuerlandes. *Annales Academy Scientific Fennae (Helsinki)*, Serie A:3-Geology-Geography, 2:1-115.
- Stern, C. 1990. Tephrochronology of Southernmost Patagonia. *National Geographic Research* 6(1): 110-126.
- Stern, C. 1991. Mid-Holocene Tephra on Tierra del Fuego (54°S) derived from the Hudson Volcano (46°S): evidence for a large explosive eruption. *Revista Geológica de Chile* 18(2): 139-146.
- Villegas, D., Pereyra, F.X., Ferrer, J., Irisarri, J. y Viaggio A. 2004. Génesis de suelos en el valle del río de las Vueltas, provincia de Santa Cruz, Patagonia. *Revista Asociación Geológica Argentina*, 59(2): 200-212.
- Villegas, D., Pereyra, F.X. y Ferrer, J.A. 2007. Suelos, factores de formación y procesos pedogenéticos en le centro oeste de la provincia de Santa Cruz. *Revista Asociación Geológica Argentina* 62(3): 366-374.

Recibido: 13 de mayo, 2008

Aceptado: 2 de marzo, 2009