

INVESTIGACION SOBRE ALGUNOS SUELOS VOLCANICOS CHILENOS

por

LEONEL LEON R. (*) y ENRIQUE POLLE O. (**)

Aunque en Chile existe una abundante literatura sobre su Geología, estos estudios han sido dirigidos especialmente hacia el conocimiento de formaciones antiguas, y en particular, a las que tienen relación con las zonas de mineralización. La literatura disponible sobre el Cuaternario, y en especial sobre los últimos acontecimientos glaciales, es relativamente escasa.

Sin embargo, sólo será posible un conocimiento claro sobre las relaciones genéticas de los diversos suelos chilenos, a la vez que una explicación sólida sobre algunas de sus características fundamentales, cuando los estudios relacionados con la génesis y petrografía de estos suelos alcance un mayor desarrollo.

Este trabajo, de carácter muy general, reúne observaciones de terreno y laboratorio ejecutadas por los autores, además de una revisión bibliográfica sobre los principales acontecimientos cuaternarios, y expone tentativamente un esquema sobre el modo de formación y características petrográficas de suelos chilenos derivados de o conectados con materiales volcánicos.

La base edafológica para este estudio ha sido los mapas y descripciones de suelos realizados, primero por el Departamento de Investigaciones Agrícolas, y en la actualidad por el Departamento de Conservación y Administración de Recursos Agrícolas y Forestales.

I. ANTECEDENTES GEOLOGICOS.

a) *El Terciario.*

Durante el Terciario subsistieron en gran parte del territorio chileno las condiciones orográficas determinadas por el plegamiento cre-

(*) Ingeniero Agrónomo, Jefe de la Sección Laboratorio del Sub-Departamento Agrología, del Departamento de Conservación y Administración de Recursos Agrícolas y Forestales.

(**) Ingeniero Agrónomo de la Sección Suelos del Departamento de Producción Agraria

táceo, modificadas por acontecimientos marinos, algunos de cierta magnitud.

En el Mioceno una importante actividad volcánica se desarrolla en la Cordillera de los Andes del Norte Grande. Enormes cantidades de lavas liparíticas escurren por grietas cubriendo dilatadas superficies. Más tarde, en el Plioceno, los movimientos tectónicos que van a originar las características depresiones longitudinales chilenas, comienzan a producirse también en esta zona. Estos movimientos están en relación con la aparición de los volcanes de la "puna", que comienzan emitiendo lavas



Fotografía Nº 1. — Afloramiento lavas terciarias cerca de Los Angeles

andesíticas que evolucionan en el tiempo hacia magmas más básicos.

La zona comprendida entre Copiapó y el Aconcagua, que no sufrió desarrollo de una cuenca tectónica principal, no manifestó una actividad volcánica importante.

Al sur del río Aconcagua, en la zona de Santiago, el volcanismo terciario reaparece, pero de menor magnitud que en la zona del Norte Grande. La actividad volcánica terciaria cobra gran magnitud en la zona de Bío-Bío y Malleco, llegando hasta la parte que hoy ocupa el Llano Central. (Fotografía Nº 1).

Con posterioridad al desarrollo de las cuencas tectónicas longitudinales al sur del Aconcagua, ocurre como una consecuencia, una re-

activación de la actividad volcánica, ya que los sedimentos glaciales antiguos se componen casi en su totalidad de lavas de diversos tipos.

b) *El Cuaternario y los Suelos.*

1) *Movimientos Tectónicos y Glaciaciones.*

Es actualmente materia de discusión el orden cronológico de las primeras glaciaciones con respecto a las formaciones de las depresiones longitudinales.

Según Brügger (1), los sedimentos glaciales más antiguos en Colchagua alcanzaron hasta la costa actual, depositándose inmediatamente encima de los sedimentos marinos del Plioceno. Según este autor estos sedimentos glaciales aparecen desvinculados del relieve actual, lo que permitiría suponer que las primeras glaciaciones han cruzado el te-



Fotografía N° 2. — Banco duro sobre el cual se desliza el Salto del Laja, que da la denominación del grupo de sedimentos conocidos como el *Banco del Laja*.

rritorio antes del desarrollo de las depresiones longitudinales. Sin embargo, J. Muñoz Cristi (comunicación personal) estima que esta desvinculación es sólo aparente y podría deberse a fallas locales posteriores.

Si el aspecto cronológico de la primera época glacial respecto a la formación de la cuenca central ofrece dificultades, es mucho más confuso todavía el panorama en la sucesión en el tiempo de las distintas glaciaciones.

Existen, sin embargo, en Chile importantes unidades geomorfológicas de tipo glaciales, de definidas características, y que en forma pro-

visoria se ubicarán en el tiempo, sin conferirles el carácter de primera, segunda o tercera época Glacial.

La importancia de los sedimentos glaciales como materiales generadores de suelos parece aumentar correlativamente con la extensión de las glaciaciones, que alcanzan su mayor desarrollo en la zona sur del país.

A continuación se hará referencia a la zona comprendida entre

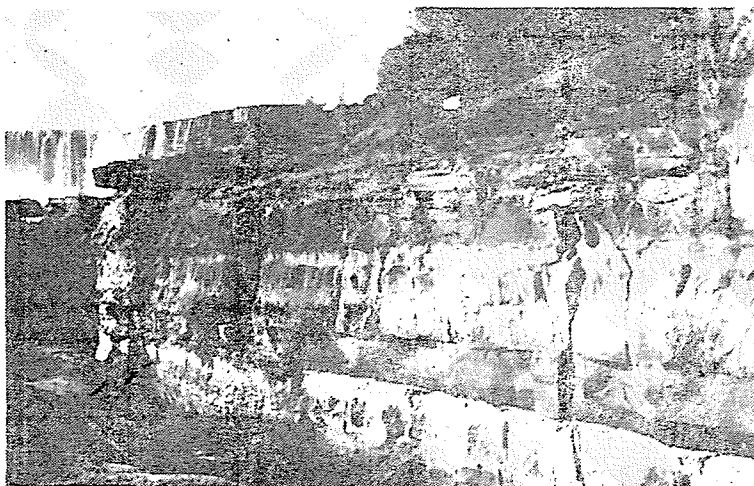


Fotografía Nº 3. — Huellas de unas coníferas (araucaria) encontrada en un afloramiento del Banco del Laja cerca de los Angeles.

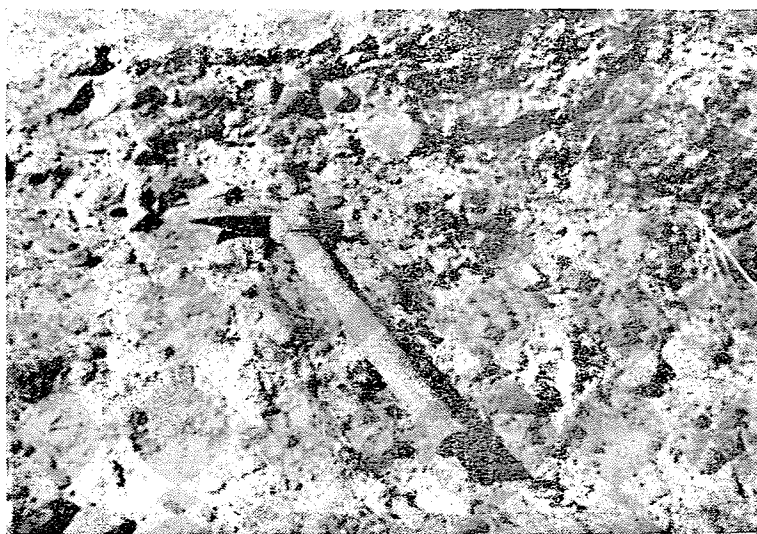
Santiago y Puerto Montt, por disponer de una mayor información de esta área.

Los sedimentos glaciales más antiguos reconocidos en la actualidad parecen ser los correspondientes al Banco del Laja. Este sedimento, que alcanza un gran desarrollo en las Provincias de Ñuble y Bío-Bío, constituye el material sobre el cual se desliza el salto del Laja, y aflora en las cercanías de Chillán (Esteros Quilmo y Portezuelo) en una fase distinta. Se caracteriza por inclusiones de cantos y detritus de lavas básicas unidas fuertemente por un cemento de arenas de vidrio volcánico.

En un afloramiento reconocido por los autores, cerca de Los Angeles, el Banco del Laja presenta numerosas huellas de coníferas (Araucarias) fosilizadas. (Fotografía Nº 3).



Fotografía N° 4. — Vista panorámica del Banco del Laja. En primer plano estratas terciarias; al fondo, arriba el Banco del Laja



Fotografía N° 5. — Afloramiento de una fase fluvio-glacial del Banco del Laja, en Quilmo, cerca de Chillán, al sur.

El grupo de sedimentos morrénicos del Banco del Laja no ha originado ninguna de las Asociaciones de series de suelos descritas por el Departamento de Conservación y Administración de Recursos Agrícolas y Forestales. Aquellos forman el substratum de algunos suelos aluviales o glaciales más recientes, tales como las Asociaciones de Series Colli-pulli, Arenales y otras. (Fotos N.ºs 2, 3, 4 y 5).

Otra unidad morrénica antigua, aunque posiblemente posterior al Banco del Laja, constituye las formaciones de piedra pómez en las

Provincias de Santiago, O'Higgins y Colchagua, y en menor grado, en las Provincias de Curicó y Talca. Aunque los suelos de esta zona no han sido aun reconocidos, sino parcialmente, es indudable que el material morrénico ha dado origen a importantes grupos de suelos. Al Sur-Poniente y Poniente de Santiago y Sur-Poniente de Melipilla, el paisaje típicamente morrénico está singularizado por una gran articulación topográfica de suaves relieves de colinas y pequeños cerros. En todas estas áreas los materiales pumiciticos dan origen a suelos o constituyen el substratum de suelos fluviales, graníticos secundarios, coluviales y otros.

Un grupo morrénico, que constituye una unidad geomorfológica muy característica es la "Morrena de la Montaña" (2).

Cronológicamente es más reciente que las anteriores, y es presumiblemente, la huella de la última época glacial. Se presenta constituyendo restos morrénicos a las salidas de los valles cordilleranos entre Santiago y Linares. Más al sur, ellos se unen a otros para formar un piedmont precordillerano que va adquiriendo cada vez más desarrollo hacia el sur.

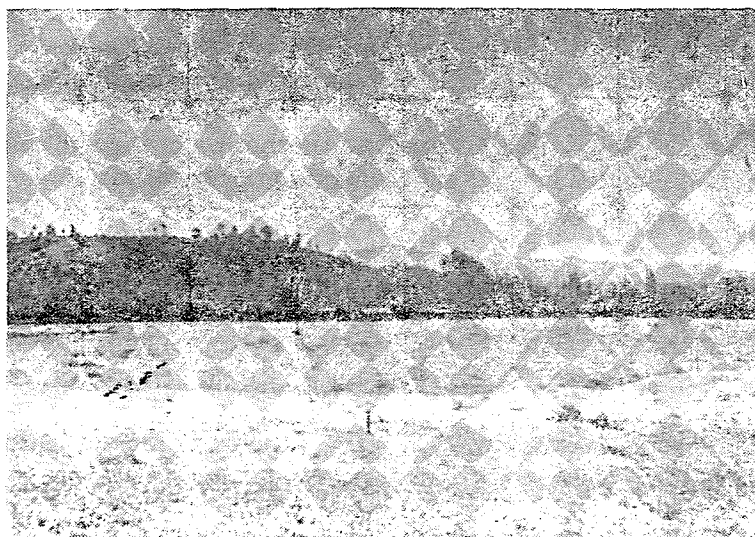
La Morrena de la Montaña está constituida por cantos de lavas básicas consolidadas con material volcánico fino. Las características más notables de este material es su avanzado estado de meteorización.

Esta unidad fisiográfica tiene una relación indirecta con el desarrollo de uno de los grupos de suelos más importantes de Chile: los suelos rojos arcillosos. En la mayoría de los casos esta morrena no guarda relación genética con estos suelos, sin embargo, en algunos casos se observa una dependencia genética, ya que el material morrénico ha evolucionado a suelo. En Ñuble, Bío-Bío y Malleco, la Morrena de la Montaña y su fase fluvio-glacial guardan relación con las asociaciones de Series Collipulli y Mirador, y también en la Provincia de Valdivia, y además posiblemente con la Asociación de Serie Fresia en Llanquihue.

La Morrena de la Montaña constituye a la vez el substratum de muchos suelos eólicos post-glaciales, a los que nos referiremos más adelante. (Fotos N.ºs 6 y 7).

La última unidad glacial está constituida por las Morrenas de los Grandes Lagos, que más al norte del país sólo se encuentran en el interior de los cajones cordilleranos. Estas pertenecen a un ciclo glacial posterior a la Morrena de la Montaña, denominado por Brügger "avance post-glacial". Este autor ha distinguido en la Provincia de Cautín varios cordones morrénicos que constituyen diversos estados de retroceso del mismo ciclo.

Los restos morrénicos de este avance post-glacial no dan lugar a grupos de suelos importantes, ya que ellos se encuentran cubiertos por grandes espesores de sedimentos eólicos post-glaciales.



Fotografía N° 6. — Vista panorámica de la Morrena de la Montaña en las vecindades del río Nuble, en el camino de San Fabián de Alico. Al fondo los nevados de Chillán. Obsérvese que la morrena terciaria termina abruptamente en el Llano Central que se inicia en el primer plano de la foto.



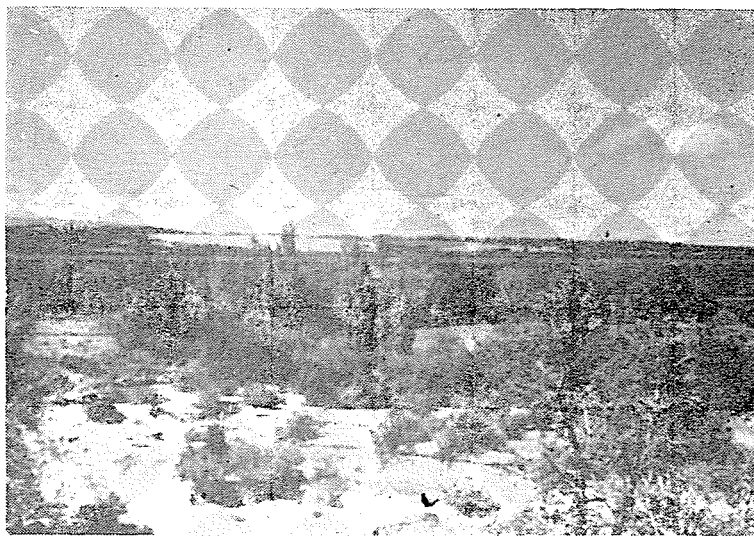
Fotografía N° 7. — Corte en el camino a San Fabián de Alico: sedimento morrénico de la montaña, en la parte inferior del perfil, con piedras en avanzado estado de descomposición. La parte superior del perfil corresponde a depósito de trumao post-glacial (Asociación Santa Bárbara).

2) Post-glacial.

Se ha visto anteriormente que el volcanismo chileno alcanza su apogeo a fines del Terciario y durante los movimientos tectónicos del

Cuaternario. Esta actividad volcánica fué la fuente proveedora de materiales glaciales desde Santiago a Puerto Montt. Después del clímax logrado en las épocas referidas, los volcanes comienzan un franco período de decadencia que se transforma con el tiempo casi exclusivamente en actitud explosiva de cenizas. Este hecho parece acentuarse desde el tiempo de los fenómenos glaciales que originaron la Morrena de la Montaña. De esta manera, durante el último avance post-glacial, el lodo depositado por las aguas de deshielos debe haber estado constituido principalmente por material cinerítico proveniente de la actividad explosiva de los volcanes.

Según H. Fuenzalida (3), los suelos de trumao provienen en parte de cenizas volcánicas y en parte de la acción eólica sobre las mismas morrenas. Sería posible también que el mayor aporte para la formación de este tipo de suelo lo haya proporcionado el lodo morrénico, que contenía grandes cantidades de cenizas. El mecanismo eólico, como lo sugiere Fuenzalida, puede haber consistido en vientos tipo foehn originado por una alta presión atmosférica sobre la masa de hielo. Durante el retroceso del hielo, estos vientos desecantes habrían pasado sobre la región descubierta, transportando grandes nubes de polvo hacia el occidente. En apoyo a esta tesis deben considerarse los grandes espesores de trumao que se observan en las zonas precordilleranas y cordilleranas. En la ubicación más oriental de la Morrena de la Montaña y yaciendo encima de ella, en el camino de San Carlos hacia San Fabián



Fotografía Nº 8. — Estribación de la Morrena de la Montaña, de E. a O., hacia el Llano Central (lado derecho de la foto). El material morrénico se ha extendido hacia el Llano Central por erosión. Se observa hacia el lado izquierdo, que corresponde a la parte oriental de este piedmont pre-cordillerano, el color pardo oscuro que corresponde a la Asociación Santa Bárbara húmeda y arada; en tanto que hacia el lado derecho aflora el color rojo del material morrénico, sin depósito eólico post-glacial encima, cerca de Huepil.

de Alico, se obserban espesores de trumao de varios metros. Igualmente, al interior del lago Villarrica, casi en la frontera con Argentina, se observan también grandes espesores.

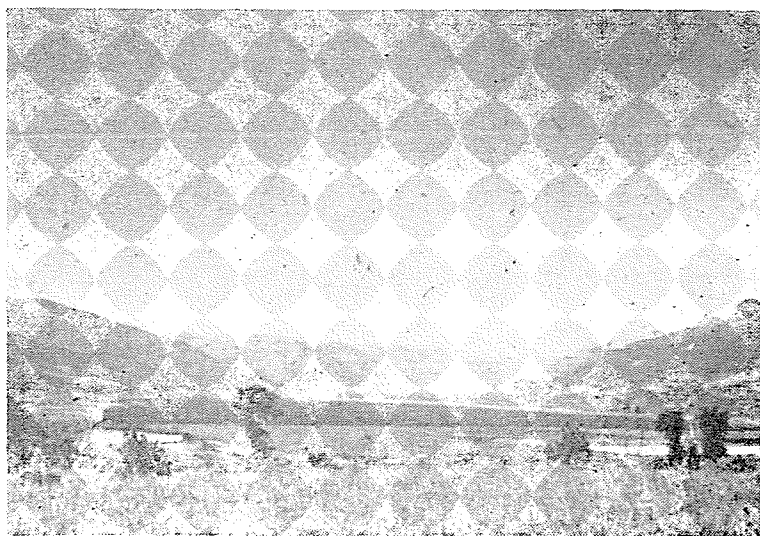
Estos espesores, en general, disminuyen hacia el occidente. Por otra parte, si se observa el mapa de suelos de la Provincia de Ñuble se puede constatar como el trumao se extingue sobre la Morrena de la Montaña (Serie Collipulli), quedando en muchos sectores el material morrénico al descubierto, dando lugar al característico suelo rojo. (Foto N° 8).

Sin embargo, hay algunos antecedentes (4 - V. Auer) que permiten suponer que los trumaos comenzaron a depositarse cuando los hielos casi habían alcanzado su estado de retroceso actual (post-glacial inferior). En esa circunstancia podría dudarse de la efectividad de los vientos tipo foehn, ya que actualmente los vientos dominantes en Chile son de mar a cordillera.

J. Brügger (1), sugiere que este último tipo de viento (de mar a cordillera), habría depositado el trumao en su sitio actual, aunque asocia también como Fuenzalida su fuente de origen en el extremo de los glaciales en retroceso. Sin embargo, parece ser más razonable inclinarse por la idea de Fuenzalida, aunque es obvio que será necesario un estudio más acucioso sobre las variaciones climáticas post-glaciales y la geomorfología de los trumaos, antes de adoptar un criterio definitivo sobre el particular.

Otra explicación sobre el modo de formación de los trumaos, se refiere a la posibilidad de un depósito directo por la actividad volcánica.

Al respecto, no debe olvidarse que si se hubiesen originado por simple depositación directa sub-área verificada a lo largo de un dila-



Fotografía N° 9. — Valle glacial del Laja, desde la meseta de Trupán. Al fondo volcán Antuco.

tado lapso por los volcanes, aquellos depósitos manifestarían una estratificación de acuerdo a los diferentes acontecimientos explosivos. Esta estratificación es sólo observable en las cercanías de los volcanes actuales, y en sedimentos muy recientes, cuando las condiciones de cubierta vegetal natural no ha permitido un transporte eólico de magnitud.

Puede decirse, en general, que los suelos tipo "trumao" corresponden a una clase de loess post-glacial retransportado de depósitos glaciales de cenizas volcánicas. Esto no descarta la posibilidad de una contaminación de cenizas volcánicas por depósitos directos no sólo en los "trumaos", sino también en otros suelos residuales o sedimentarios derivados de materiales no volcánicos. Por supuesto el grado de contaminación es variable y, en general, de poca magnitud.

Los acontecimientos post-glaciales en lo que respecta a la formación de suelos, no consistieron exclusivamente en la actividad eólica descrita. En ese período continuó la sedimentación fluvial que originó suelos sedimentarios de variable composición petrográfica. Entre los suelos volcánicos de este tipo que nos ocupan podemos señalar la Asociación *Arenales del Laja*, cuyo origen debe buscarse en una reciente actividad del Volcán Antuco. (Foto Nº 9).

II. ESTUDIOS PETROGRAFICOS.

Este estudio petrográfico comprende un grupo de muestras que incluye a algunas de las principales series descritas en los reconocimientos de suelos del Departamento de Conservación y Administración de Recursos Agrícolas y Forestales:

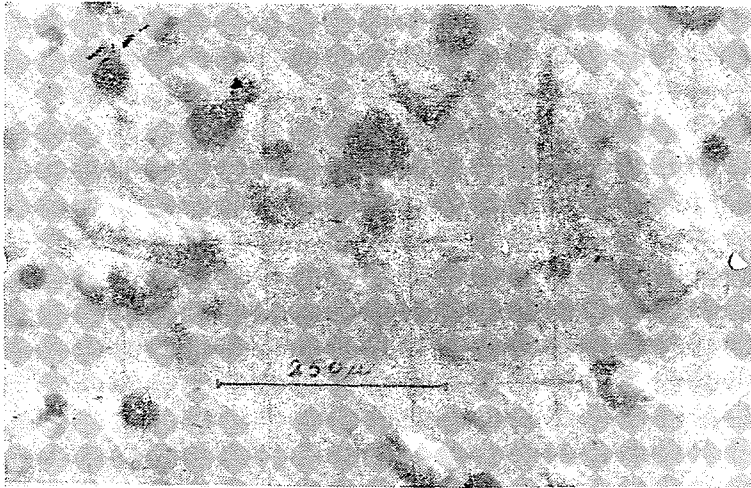


Microfotografía Nº 1. — Muestra arena, Asociación Collipulli. Feldespato muy alterado
Níctols X cruzados,

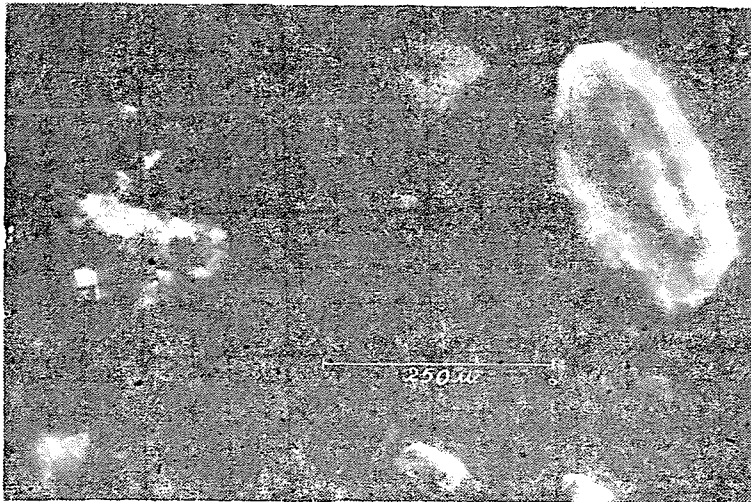
a) El material petrográfico de los suelos pumicíticos de la zona de las serranías de la costa comprendida entre Melipilla y el Rapel, presentan apreciable cantidad de vidrios volcánicos pumicíticos mezclados con micas y feldespato, cuarzo y fragmentos rocosos angulares de lavas más o menos básicas.

b) Suelos de la Morrena de la Montaña.

Como se trata en este caso de suelos de cierta antigüedad es obvio que el material petrográfico residual que se encuentra actualmente en ellos, consiste principalmente de los minerales menos intemperizables.



Microfotografía N° 2. — Muestra arenas Collipulli. Se observan feldespatos y vidrios y cuarzo. Nicols paralelos.



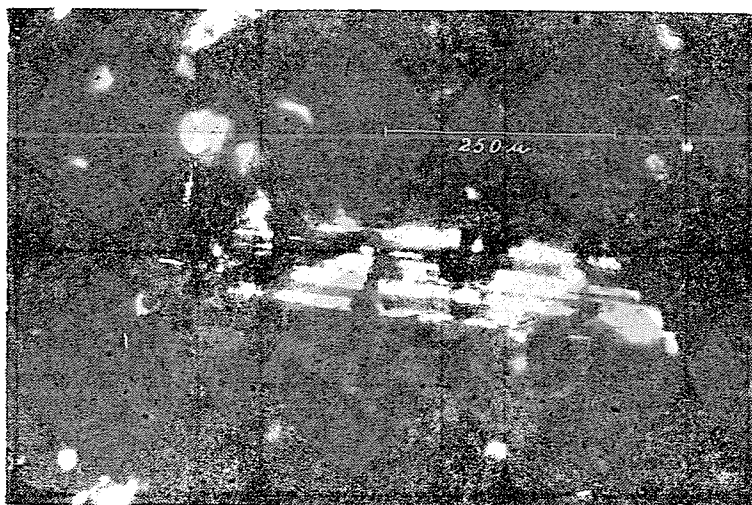
Microfotografía N° 3. — Idem anterior, con Nicols cruzados.

El examen microscópico de muestras de las Asociaciones Collipulli y Misquihué presentan abundantes agregados de óxidos hidratados de fierro y aluminio que cubren las partículas minerales. El material conservado se compone principalmente de feldespatos y cuarzo muy alterados, vidrio volcánico en pequeña cantidad y una estructura filamentosa aserrada isotrópica, a la cual se hará referencia más adelante.

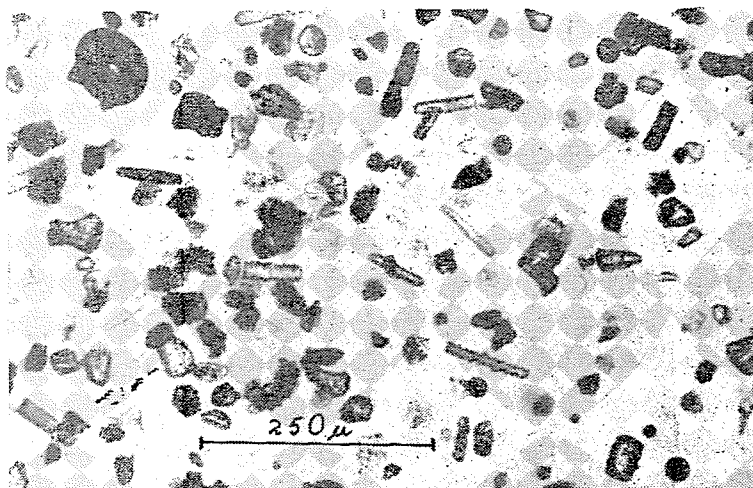
En la mayoría de las muestras provenientes de las zonas más alejadas de la cordillera, como la localidad de Collipulli, el material residual se presenta redondeado, lo que denota un arrastre fluvio-glacial. (Microfotografías 1, 2 y 3).

c) Suelos eólicos post-glaciales.

Las arenas de la Asociación Santa Bárbara consisten principalmente en vidrios volcánicos claros de tres tipos. Se destaca la gran abundancia de unas formas isotrópicas de aspecto de filamentos aserrados. El índice de refracción de este material es de alrededor de 1,46 al que correspondería un contenido teórico de sílice más o menos de 80%. Los otros materiales vítreos, consisten en pequeñas proporciones de vidrio fluidal pumicítico, con un índice de refracción de 1,46 a 1,47 equivalente teóricamente a algo menos de 80% de sílice. El resto del vidrio posee un índice hasta 1,49 (73% de sílice). Además se presentan pequeños fragmentos de obsidiana y pequeñas lavas escoriáceas grises y pardas. La proporción de materiales vítreos en general, con notorio predominio de filamentos aserrados y cilíndricos, varía para esta serie en las muestras examinadas para la Provincia de Ñuble, entre 30 y 50%. El material anisotrópico está representado por cuarzo, y plagioclasas y turmalinas en baja proporción. En profundidad del perfil el material vítreo filamentoso tiende a disminuir, aunque esta tendencia no es estrictamente general.



Microfotografía N° 4. — Plagioclasas muy alteradas y fragmentos de cuarzo; vidrio extinguido. Nicols cruzados. Muestra Asociación Santa Bárbara.

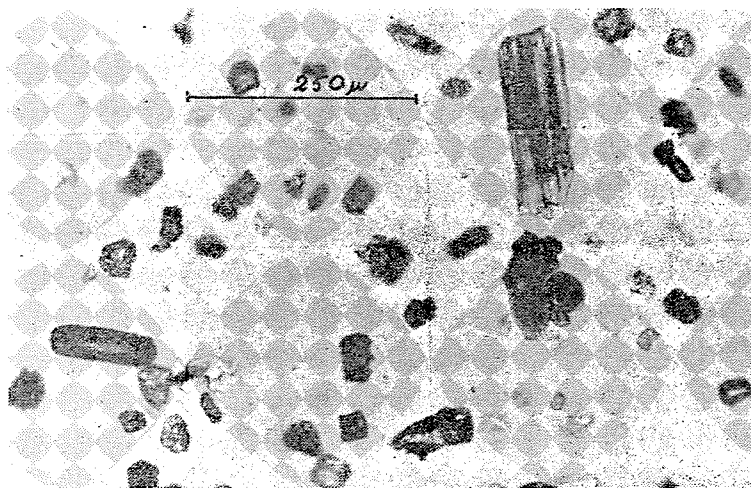


Microfotografía N° 5. — Asociación Santa Bárbara (arenas). Borde occidental, cerca de Huepil. Gran abundancia de vidrios volcánicos observados y pumicíticos. Aglomerados y cristales opacos por recubrimiento de óxidos; lavas más básicas y cuarzo. Nicols paralelos.

Todo el material petrográfico presenta revestimiento de óxidos amorfos amarillentos y, además, constituyen pequeños agregados muy difíciles de destruir, aun con los tratamientos más enérgicos. (Fotos N.ºs 4 y 5, Provincia de Cautín).

Las arenas del suelo de Vilcún se caracterizan por la presencia de abundante vidrio filamentososo de tipo descrito, algo de plagioclasas y cuarzo, y una pequeña proporción de lavas escoriáceas. (Foto N° 6).

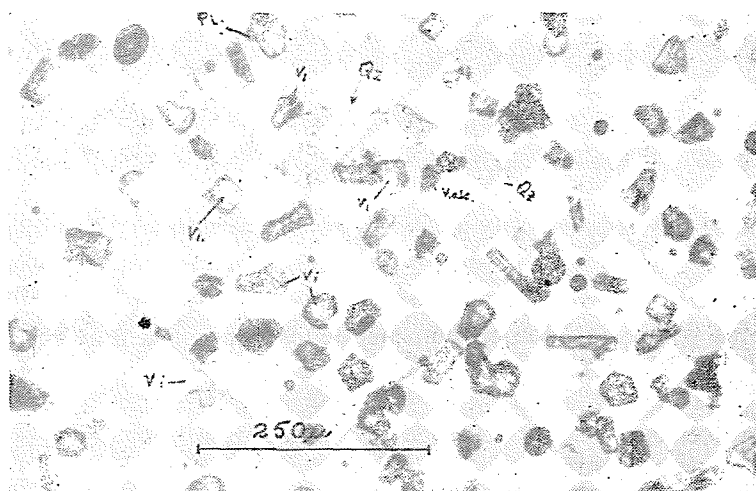
El material del suelo Victoria, Provincia de Malleco, presenta abundancia de agregados de óxidos amorfos, cuarzo y vidrio y lavas es-



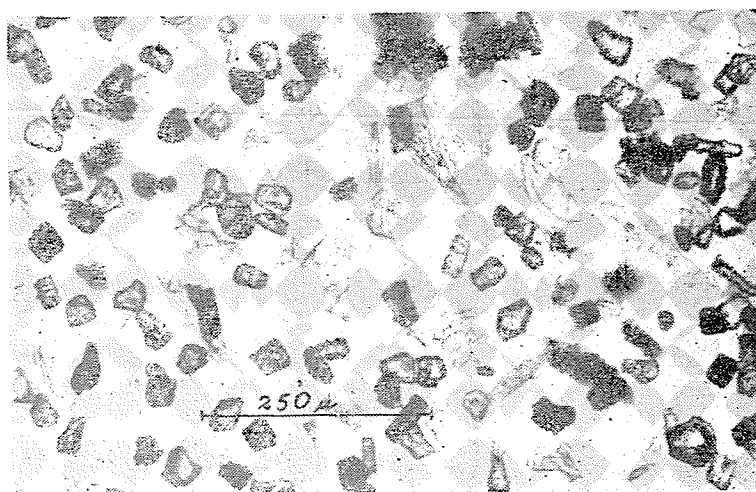
Microfotografía N° 6. — Muestra suelo Vilcún. En el ángulo inferior izquierdo hay un anfíbol. Nicols paralelos. Angulo superior derecho un gran trozo de vidrio pumicítico con textura fluidal. El resto, vidrios aserrados, cuarzo y diversas lavas volcánicas.

casas. Los vidrios filamentosos se presentan en este suelo en mucho menor proporción que en la Asociación Santa Bárbara.

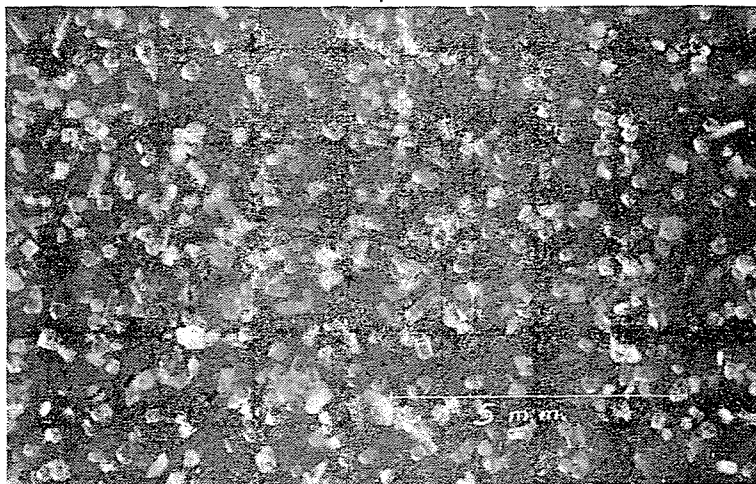
Un conjunto de muestras de trumaos de Osorno, Puerto Montt y Puerto Octay, Frutillar y Puerto Varas, se caracterizan por tener siempre los filamentos aserrados, en proporción variable, aunque en menor cantidad que la Asociación Santa Bárbara. Ellos se muestran mezclados con lavas escoriáceas y material vítreo pumicítico, tipo pechstein. En general, el material pumicítico es más abundante que en la Asociación Santa Bárbara. En las muestras observadas el material pumicítico tiene un



Microfotografía N° 7. — Un trumao de Puerto Montt. Pl: Plagioclasas; Vi: vidrios claros; Qz: cuarzo Nicols paralelos; Vosc: vidrios oscuros. Gran cantidad de vidrios filamentosos aserrados. (¿Polleónitas?).



Microfotografía N° 8. — Muestra Trumao Osorno. Gran proporción de (polleónitas), vidrios aserrados y vidrios pumicíticos fluidales. Nicols paralelos.



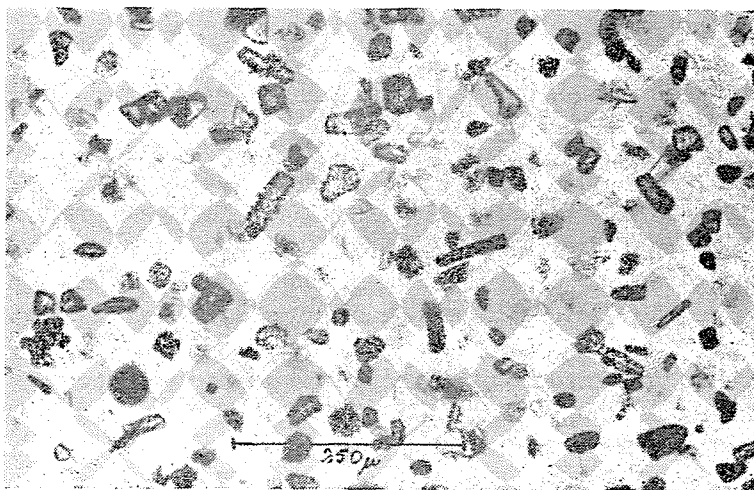
Microfotografía N° 9. — Muestra de arena de Osorno con luz incidente. Gran proporción de vidrios aserrados; cuarzo y feldespatos.

índice de refracción de 1,51 (68% de sílice). El material anisotrópico consiste principalmente de cuarzo, acompañado de feldespatos, algunos afiboles y trozos de granito metamorfizados. (Fotos N.ºs 8, 7 y 9).

Una muestra de un trumao precordillerano de Molina presenta una composición petrográfica similar a la Asociación Santa Bárbara, aunque en aquellas se observa abundancia de pómez.

d) Suelos aluviales y fluvio-glaciales.

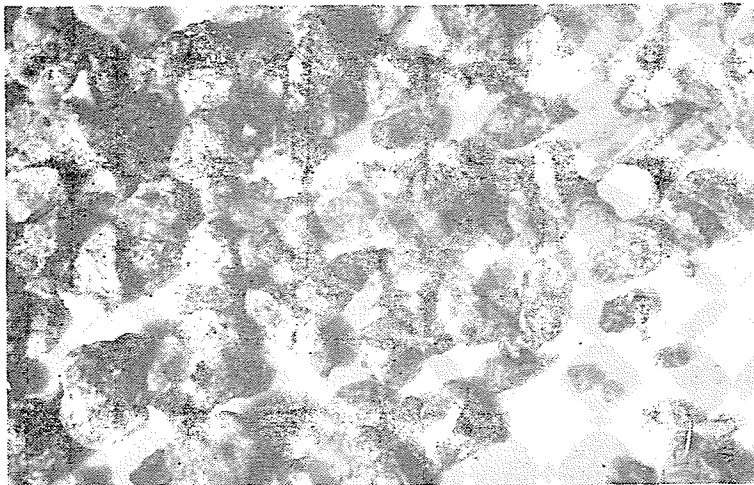
El material de la Asociación Arrayán contiene una regular cantidad de vidrio filamentoso y lavas grisáceas. Los minerales birrefrin-



Microfotografía N° 10. — Muestra de Asociación Arrayán en Tres Esquinas hacia San Fabián de Alico. Vidrios aserrados y cuarzo y pequeñas proporción de feldespatos.

gentes consisten principalmente de cuarzo. En el perfil se observa abundancia de agregados amorfos que aumentan en profundidad, disminuyendo en el mismo sentido el vidrio filamentosos. (Foto Nº 10).

Una muestra de la Asociación Mañil colectada en Linares presenta un bajo contenido de material isotrópico, consistente en vidrios tipo pechstein y obsidiana y filamentos aserrados. El material anisotrópico, que es muy abundante, consiste en cuarzo y minerales feldespáticos alterados. Se presentan, además, abundantes agregados amorfos que aumentan en profundidad.



Microfotografía Nº 11. — Muestra arenas de la Asociación Arenales del Laja. Gran cantidad de lavas andesíticas y basálticas porosas negruscas y marrón, bien conservadas; y en menor proporción lavas vítricas con textura amigdalóide. Luz incidente.

Las muestras colectadas en la Asociación Arenales muestran un conjunto de lavas escoriáceas grises y pardas, con proporción variable de cuarzo y algunos fragmentos graníticos. Hay además, algunos aglomerados rojizos alterados. (Foto Nº 11).

III. DISCUSION SOBRE LAS CARACTERISTICAS PETROGRAFICAS Y SUS POSIBLES FORMAS DE INTERPRETACION.

La revisión petrográfica de las muestras anteriores destacan hechos importantes. Uno de ellos, es la característica frecuencia de un tipo de vidrio volcánico filamentosos, que se encuentra en mayor o menor cantidad en todas las muestras de los trumaos post-glaciales. Este tipo de estructura vítrea no se manifiesta en las cenizas volcánicas modernas estudiadas en Nilahue y en el Quizapú, ni tampoco en depósitos cineríticos algo más antiguos de Carrán. Su origen podría atribuirse a una forma de microestructura de un material vítreo tipo cristalita, o a un

remanente de alteración por intemperismo de materiales vítreos antiguos. Su extrema acidez hace que este material vítreo posea una gran resistencia a la intemperización.

Llama la atención el hecho que la presencia de este material no solamente se manifiesta en las series concomitantes con los depósitos eólicos volcánicos, sino que también, aunque en muy pequeña escala, en otros, como ser los de la Asociación Collipulli, los suelos graníticos y los aluviales de la cuenca de Santiago. No se presentan en los suelos recientes de la Asociación Arenales. Parece que su dispersión en suelos extravolcánicos es muy amplia y está relacionada con depósitos sub-aéreos directos de la actividad volcánica. A este respecto, el examen de numerosas muestras de suelos de los valles transversales del Norte Grande no revela la presencia de este tipo de vidrio. Debe tenerse en cuenta que la zona comprendida entre el paralelo 27 y el río Aconcagua no sufrió los grandes trastornos tectónicos que originaron los valles longitudinales, y por ende, su volcanismo fué prácticamente nulo (en el Cuaternario).

Las muestras de suelos del Norte Grande, Tierra del Fuego y Antártida, tampoco se encuentra este mineral. El volcanismo del Norte Grande alcanzó su apogeo en el Terciario, para decaer rápidamente, de tal manera que las erupciones cineríticas son muy escasas en el Cuaternario.

Los suelos volcánicos estudiados pueden agruparse a grosso-modo en cuatro categorías:

- 1) Suelos derivados de sedimentos glaciales pumicíticos;
- 2) Suelos rojos en relación con el grupo de sedimentos de la Morrena de la Montaña; relación de posición solamente, y no genética.
- 3) Suelos eólicos post-glaciales (¿fluvial-eólico?); y
- 4) Suelos aluviales y fluvio-glaciales.

Los suelos del primer grupo poseen características texturales franco y franco arenosas. Considerando el tipo de material vítreo ácido que ellos poseen y las características climáticas de su área de distribución, su intemperización y grado de madurez es baja.

El grupo de suelos rojos, constituido por las Asociaciones Collipulli, Mirador, Misquihué y, presumiblemente Fresia, a la vez que poseen cierta antigüedad se han desarrollado en condiciones climáticas que aseguran un grado de intemperización mayor que los anteriores. Las texturas varían entre franco arcillosas y arcillosas.

Los suelos eólicos post-glaciales presentan una característica textura fina franco limosa. Sus colores varían desde el amarillento al pardo rojizo y pardo oscuro. Algunos de estos suelos revelan al análisis mecánico un alto contenido de arcilla que es incompatible con las cualidades comúnmente atribuidas a éstas.

Este fenómeno podría explicarse por la presencia de arcillas amorfas que poseen las cualidades de plasticidad de las arcillas cristalinas. En cuanto al desarrollo del perfil, éste es incipiente en algunos y algo mayor en otros. Aunque todos ellos son post-glaciales, contribuyen a acentuar el grado de desarrollo de perfiles de las diferentes series, las condiciones climáticas y topográficas en que han evolucionado. En la Asociación Santa Bárbara llama la atención cierto contenido de arcillas, acompañado de un grado de evolución muy bajo. Este hecho podría explicarse por la existencia de un período de intemperización previa en otro sitio y luego su depositación eólica en el sitio actual. También este fenómeno podría deberse a la calidad cinerítica del material, y por ende, a la gran superficie que presenta a la intemperización.

Los suelos aluviales y fluvio-glaciales están representados en este trabajo por las Asociaciones Arrayán, Mañil y Arenales. De los tres el típicamente aluvial es la Asociación Arenales, que ya se ha descrito petrográficamente. La Asociación Arrayán parece representar una erosión de los materiales eólicos tipo Santa Bárbara ubicados sobre la Morrena de la Montaña. Los materiales de la Asociación Arrayán, sedimentados en áreas más bajas, desarrollan un perfil moderadamente profundo, con nivel freático fluctuante y alto contenido de materia orgánica en los horizontes superiores, con una textura franco a franco limosa. El suelo Mañil corresponde a un suelo aluvial de material fino, cuya composición petrográfica ya se ha indicado.

Uno de los problemas más interesantes que presentan los suelos volcánicos chilenos es el que se relaciona con los tipos de arcilla que contienen.

El tipo de arcilla presente en un suelo, depende en gran parte de los minerales de los cuales ella ha derivado.

Según Fieldes y Swindale el material generador y el grado de intemperización son los factores más importantes que determinan la naturaleza de los coloides minerales. Los minerales primarios se transforman sucesivamente en minerales secundarios a medida que aumenta la intemperización. Según estos autores es posible mediante su esquema de intemperización predecir los minerales de arcilla que se formarán conociendo el grado de intemperización y la naturaleza del material generador. Esta concepción no es válida en el sentido inverso. Según este criterio, para el caso de los vidrios volcánicos básicos, los minerales secundarios estarían de acuerdo a sus grados de intemperización, en estado de: óxidos hidratados amorfos, Gibbsita y Alofán y por último, caolín o Montmorillonita. Los vidrios volcánicos ácidos y los feldespatos, incluidos por Fieldes en un grupo muy resistente a la intemperización, evolucionarían a óxidos hidratados amorfos, Gibbsita y Caolín.

Considerando los materiales petrográficos y la posición cronológica de los suelos estudiados en este trabajo, cabría la posibilidad de encontrar en los suelos rojos arcillosos mezclas de óxidos hidratados

amorfos, alofán y caolín y en los suelos eólicos post-glaciales tipo trumao, óxidos hidratados amorfos y Gibbsita. Esto no descarta la posibilidad de descubrir en estos suelos arcillas cristalinas tipo Illita y Vermiculita y Montmorillonita provenientes de la intemperización de minerales menos resistentes a ella que los vidrios volcánicos ácidos, tales como muscovita y biotita. La poca frecuencia de estos minerales en el material residual estudiado podría explicarse por estar ya transformado en minerales arcillosos cristalinos del tipo indicado.

Las arcillas amorfas y el alofán no tienen las cualidades de plasticidad comunes a las arcillas cristalinas y, además, poseen una doble capacidad de intercambio que está ampliamente desarrollada en el sentido positivo, de tal manera que evidencian una característica capacidad de fijación del anión PO_4 .

Estas circunstancias pueden causar en parte los problemas de fertilidad en cuanto a fósforo en los suelos volcánicos chilenos. El mecanismo y la reversibilidad de la fijación de fósforo es aun un problema en estudio en estos suelos, de manera que todas aquellas investigaciones tendientes a esclarecer las relaciones entre materiales petrográficos primarios, arcillas y fijación de fosfatos, serán valiosas contribuciones al problema práctico de la fertilidad de estos suelos.

RESUMEN

Lo anteriormente expuesto puede resumirse en los siguientes puntos:

1. Los materiales generadores de los suelos volcánicos estudiados pueden agruparse en 4 tipos principales:

a) Material glacial pumicítico de antigüedad incierta, en la zona de Santiago-Colchagua.

b) Material glacial basáltico andesítico correspondiente a la Morrena de la Montaña.

c) Material eólico post-glacial ácido neutro.

d) Material fluvio-glacial y aluvial basáltico-andesítico y ácido neutro en Bío-Bío.

2. El material eólico post-glacial parece, en algunos casos, haber estado sometido a un proceso de intemperización previo en otro sitio, aunque requiere una investigación más detallada para tener conclusiones válidas generalizables.

3. La depositación sub-área de piroclásticos volcánicos alcanza más allá de las series típicamente eólicas, llegando a contaminar en pequeña proporción a los suelos derivados de otros materiales, en las zonas en que el volcanismo explosivo ha alcanzado gran magnitud.

4. Considerando la calidad de los vidrios volcánicos presentes en estos suelos y siguiendo el esquema de intemperización de Fielde y

Swindale, es posible que se encuentren en ellos mezclas de arcillas cristalinas con arcillas amorfas de óxidos hidratados de fierro y aluminio y alofán.

BIBLIOGRAFIA

1. J. BRUGGEN. — Fundamentos de la Geología de Chile. Instituto Geográfico Militar. 1950.
- 2.—J. MUÑOZ C. — Reseña de la Geología de Chile. Galcón. 1953. Santiago.
- 3.—H. FUENZALIDA. — Geografía Económica de Chile. Tomo I Geología. Corporación de Fomento de la Producción. 1950. Santiago.
- 4.—V. AUER. — Las capas volcánicas como base de la cronología post-glacial de Fuego Patagonia. Revista de Investigaciones Agrícolas. Tomo III. Marzo 1949. Buenos Aires.