

# ESTUDIOS PETROGRÁFICOS DE IGNIMBRITAS Y LAVAS PLIO-PLEISTOCÉNICAS DE LA ZONA DE AHUACHAPÁN, EL SALVADOR, AMÉRICA CENTRAL

JOACHIM D. MEYER  
DEPARTMENT OF GEOLOGY  
TULANE UNIVERSITY

## I. INTRODUCCION

El presente trabajo trata de ignimbritas y lavas de la región de Ahuachapán, El Salvador, América Central, y es para completar los estudios de Seeger (1960) acerca de la geología de esta zona. A. R. Weyl (1954, 1957, 1961) agradezco numerosas sugerencias y varias críticas útiles. D. Seeger me proporcionó las muestras (7, 8, 10, 13, 14, 15) para este estudio.

Ignimbritas son depósitos de nubes volcánicas ardientes, y en la mayoría de los casos consisten de tobas riolíticas hasta dacíticas, en las cuales las partículas están fundidas en mayor o menor grado. Definiciones del término "Ignimbritas" y de términos afines se encuentran en Smith y Ross (1960).

Ignimbritas se conocen en El Salvador desde 1954. Weyl (1954) describió los afloramientos en la Cordillera del Bálsamo, y otro estudio de Weyl (1961) trata de hallazgos en el Departamento de Chalatenango. Meyer-Abich (1960) menciona ignimbritas en la región al Sur de los volcanes de Santa Ana. Seeger (1960) localizó diferentes afloramientos de ignimbritas durante sus levantamientos geológicos en la región de Ahuachapán en 1959/61. Durante el verano de 1960 el autor de este artículo tuvo la oportunidad de mapear la región entre la ciudad de Ahuachapán y la frontera guatemalteca, donde en numerosos perfiles de los ríos Paz y Molino afloran varias cubiertas de ignimbritas. Estas se encuentran intercaladas entre tobas pardas y aglomerados grises (Acerca de la Estratigrafía de la zona de Ahuachapán, véase Meyer, 1961).

Para obtener mayor información acerca de la petrografía y génesis de esta roca interesante se estudiaron muestras microscópicamente. Lavas de esta zona, para las cuales tampoco existían datos petrográficos, están incluidos en el presente trabajo.

## II. DESCRIPCIONES

Los lugares de los afloramientos están indicados en la Fig. 1, y descritos en el texto.

### 1. Falda Oriental del Volcán Las Chinamas

*Muestra:* Roca efusiva espumosa de color gris con descomposición pardo-amarillenta, con cristales alotriomórfos de Plagioclasa (1-2 mm).

*Corte Delgado:* En la masa vítrea existen microlitos de Feldespato ordenados fluidalmente. Fenocristales: Labradorita 40% como cristales grandes con inclusiones de Magnetita, Hiperstena y Zircón; Hiperstena 12%, en textura mirmequítica con Magnetita; la Magnetita en parte transformada a Hematita; Augita 6%; Epidota 1%; indicios de Clinozoisita.

*Resultado:* Lava basáltica; (probablemente la más antigua de las dos corrientes del Volcán Las Chinamas, considerado que durante el período activo ocurrió una diferenciación de cristalización).

### 2. Falda Sur del Volcán Las Chinamas

*Muestra:* Roca efusiva de color negro hasta gris oscuro de textura microcristalina.

*Corte Delgado:* Masa muestra una pronunciada estructura fluvial y consistente casi exclusivamente de ordenados microlitos de Feldespato. Fenocristales: Andesina 30%, Hiperstena 3%, Augita 2%, Magnetita en parte como octaedros con bordes rojo-oscuros de Hematita, en parte como agregados, 1% indicios de Hornablenda.

*Resultado:* Lava andesítica, relativamente antigua (Pleistoceno Inferior).

### 3. Cerca del Puente sobre el Río Paz

*Muestra:* Roca clara de color azul-gris. Numerosas inclusiones de Plagioclasa y minerales féficos en una masa cristalina.

*Corte Delgado:* Masa gris-clara con textura algo fluidal de microlitos de Feldespato. Fenocristales: Andesina 40%, Hiperstena parcialmente bastante trans-

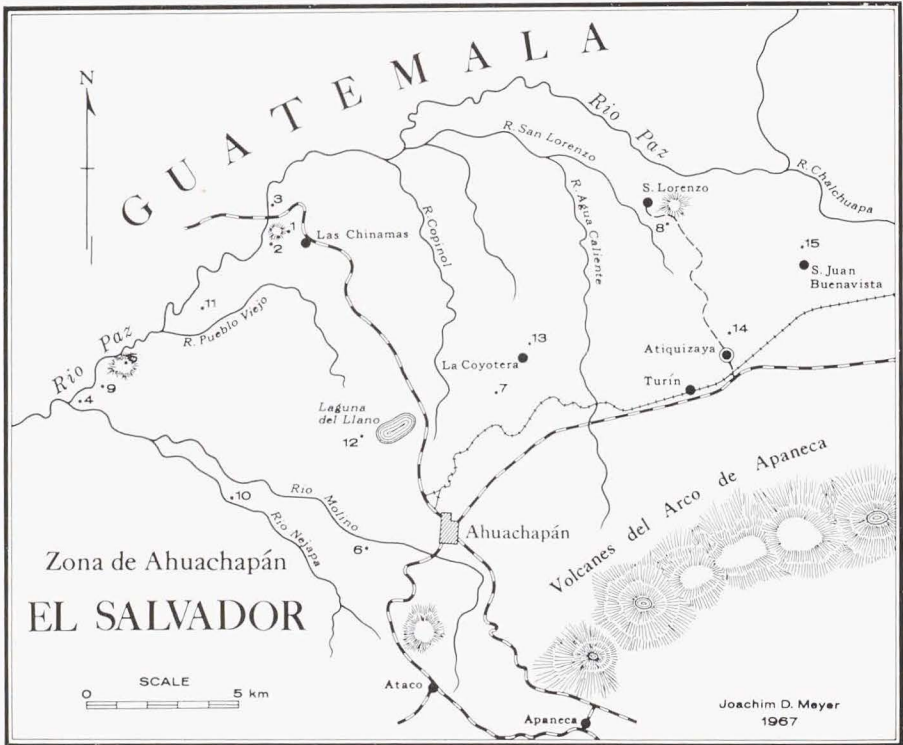


Figura 1. Lugares de los afloramientos de lavas y "tobas fundidas" en la zona de Ahuachapán, El Salvador, América Central.

formada en Epidota 20%, Augita 2%, Magnetita 2%, Hornablenda 1%.

**Resultado:** Andesita laminar, que es de interpretar como roca efusiva o como roca de intrusión somera.

4. *Desemblocadura del Río Molino en Río Paz*

**Muestra:** Roca densa de color gris-rosado hasta azul-gris con Plagioclasa y minerales fémcicos.

**Corte Delgado:** (Fig. 2) Masa vitrea y cristalina. Microlitos de Feldespato no ordenados. Fenocristales: Andesina 45%, Augita en cristales idiomórfos 6%; Hiperstena 5%, Broza 2%, Olivino parcialmente transformado en Idingsita 1%.

**Resultado:** Como 3. Según la textura microscópica de las muestras 3 y 4 es muy probable un espesor considerable y una extensión grande para esa capa

de lava. Esta observación da un argumento más para una correlación estratigráfica entre los mencionados afloramientos en el graben y otros semejantes de las alturas marginales.

5. *Borde del cráter del Volcán El Gringo*  
**Muestra:** Roca efusiva espumosa de color gris con inclusiones blanquizas y negras.

**Corte Delgado:** Masa gris-clara de vidrio y microlitos de Feldespato. Fenocristales: Labradorita 40%, Hiperstena parcialmente transformada en Epidota 2%, Augita 2%, Magnetita 2%, indicios de Hornablenda.

**Resultado:** Lava basáltica, bastante descompuesta. También para el V. El Gringo suponemos una edad pleistocénica joven, refiriéndonos a que su lava tiene un caracter basáltico no diferenciado. Además, el alto grado de erosión

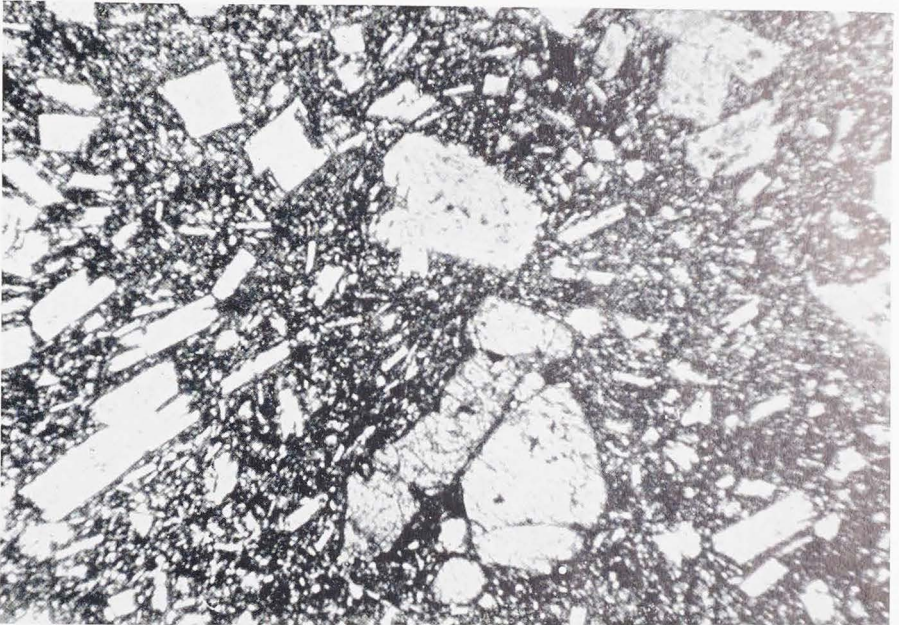


Figura 2. Lava de la desembocadura del Río Molino en Río Paz. (muestra No. 4) Masa vítrea y cristalina. Microlitos no ordenados. Fenocristales aquí visibles son andesina, cristales idiomórficos de augita, y fragmentos de hiperstena. Ampliación X 35.

de esta ruina volcánica habla en favor de tal edad (compare Meyer 1961).

6. *Lava de Volcán Empalizada en el lecho del Río Molino, 2 km agua abajo de la Hacienda El Trapiche.*

*Muestra:* Roca efusiva de color gris-oscuro hasta negro-pardo con inclusiones de Plagioclasa (0.2-0.5 mm).

*Corte Delgado:* Masa vítrea sin microlitos. Fenocristales: Labradorita 45%, Magnetita 5%, Hiperstena 4%, Augita 3%, indicios de Enstatita y Hornblenda. Todos los fenocristales inestables, son todavía muy frescos y parcialmente indiomórfos.

*Resultado:* Lava basáltica relativamente joven.

7. *Volcán Salitre*

*Muestra:* Lava densa de color gris oscuro, textura con granos medianos, caras ásperas.

*Corte Delgado:* Masa vítrea con microlitos de feldespato pequeñísimo en textura fluidal. Fenocristales: Labradorita

25%, Olivino (Fayalita) parcialmente bastante transformado en Iddingsita 8%, Augita 3%, Broza 2%, Rutilo 1%, Hiperstena 1%.

*Resultado:* Basalto de Olivino.

8. *Volcán San Lorenzo*

*Muestra:* Roca efusiva densa de color negro-gris con textura microcristalina.

*Corte Delgado:* Masa un agregado cristalino fino. Fenocristales. Labradorita 35%, Augita 6%, Hiperstena 1%, Magnetita 1%.

*Resultado:* Lava basáltica.

9. *Valle del Río Paz, 1 km agua arriba de la desembocadura del Río Molino.*

*Muestra:* Ceniza muy endurecida de color azul-gris hasta gris-violeta con plastas de obsidiana bien ordenadas.

*Corte Delgado:* (Fig. 5) Masa de polvo vítreo muy fino, partículas muy aplanadas. Plastas estiradas de color pardo-oscuro se serpentean por la masa. En éstas ocurrió una fundición, pronunciada sobre todo en sus bordes. No se llegó a una homogenización total



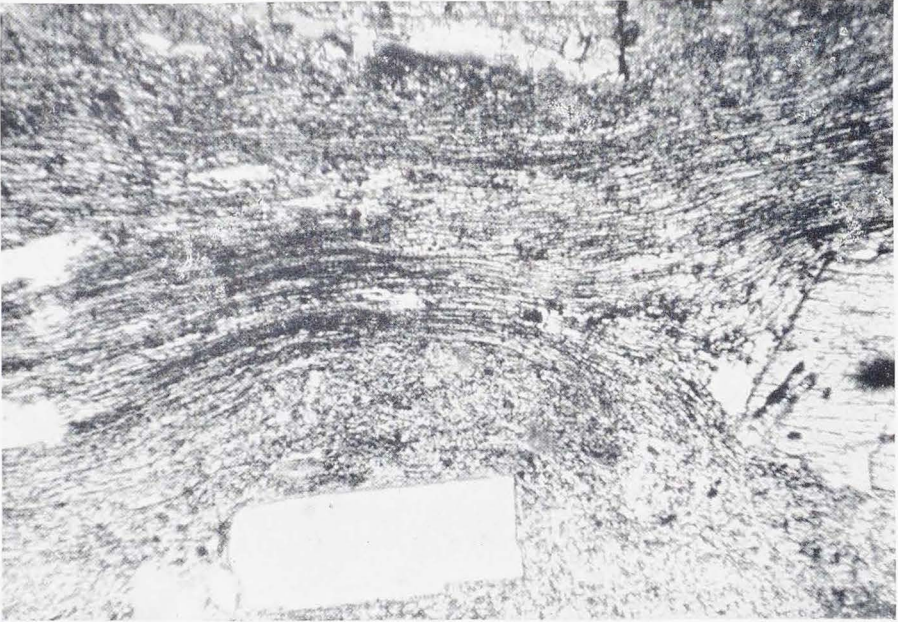


Figura 3. Ignimbrita (muestra No. 10) de La Pandeadura. Esporádicas plastas consisten exclusivamente de partículas vítreas aplanadas y estiradas. En la masa se encuentran fénocristales de plagioclasas claras y hyperstenas oscuras. Ampliación X 58.

del vidrio. Hay numerosas inclusiones de pedazos de rocas efusivas y escorias. Fenocristales: Labradorita básica 15%, como único otro mineral Augita 2%. *Resultado:* Ignimbrita en alto grado fundida.

#### 10. La Pandeadura

*Muestra:* Roca brecciosa muy dura de color pardo-claro, con numerosas plastas paralelas de color pardo-oscuro hasta negro, que se ajustan a inclusiones redondeadas de pedazos de rocas efusivas. Inclusiones de cristales de Plagioclasa y Piroxena.

*Corte Delgado:* (Fig. 3) Masa consistente de vidrio gris-pardo ( $n=1.516 \pm 0.005$ ) con fragmentos de vidrio, los cuales están aplanados y estirados. Plastas más oscuras de fragmentos crecientes y poco fundidos se serpentean por la roca.

*Resultado:* Ignimbrita de poco grado de fundición, con muchas inclusiones de pedazos de roca efusiva.

#### 11. Orilla occidental de la Laguna Seca

*Muestra:* Roca poco consolidada de color rosado hasta pardo-claro con ceniza, en la cual se encuentran plastas más oscuras y bien orientadas.

*Corte Delgado:* Masa vítrea de color pardo-claro, en la cual las partículas están poco aplanadas y estiradas. En esta masa se encuentran plastas en forma de huso en posición más o menos paralela, en las cuales las partículas están muy aplanadas y estiradas, parcialmente contando con cierta fundición. Fenocristales: Oligoclasa/Andesina 20%, Magnetita 3%, Augita 1%, indicios de Enstatita.

*Resultado:* A pesar de poca consistencia una ignimbrita de débil fundición.

#### 12. Pocos cientos de metros al oeste de La Laguna del Llano.

*Muestra:* Ceniza poco endurecida de color gris, con pequeñas plastas de color gris-claro.

*Corte Delgado:* (Fig. 4) Masa gris de partículas y microlitos de Feldespato.

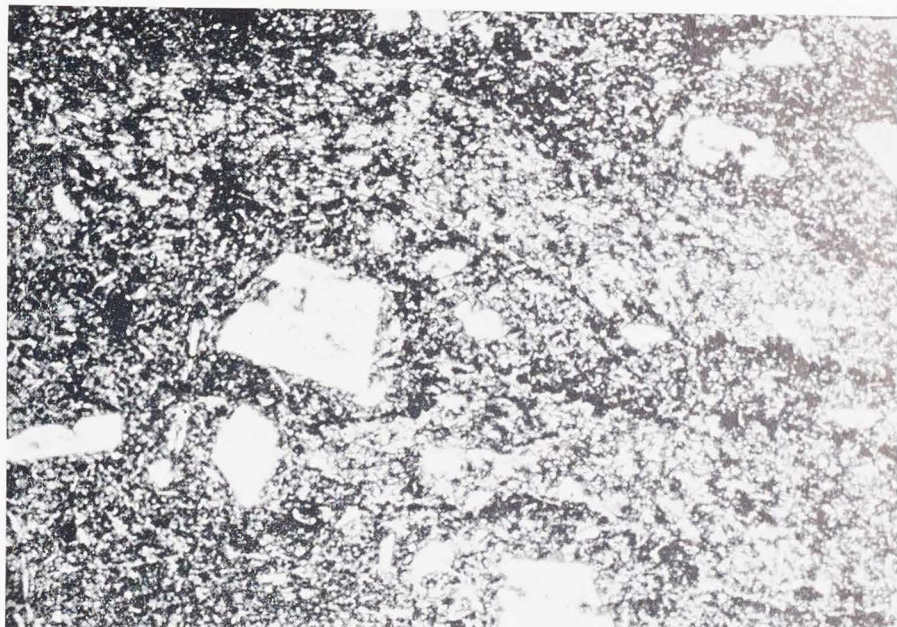


Figura 4. Sillar (muestra No. 12) de la Laguna del Llano. Orillas oscuras de broza bordean las plastas, en las cuales las partículas no han sido deformadas. Ampliación X 32.

Las plastas en la masa consisten del mismo material, pero los microlitos están mucho más orientados. Las plastas están rodeadas de bordes oscuros, lo que indica una acumulación de broza. Los fragmentos de vidrio en las plastas se encuentran sólo poco aplanadas y estiradas. No ocurrió una fundición. Fenocristales: Andesina 18%, Hipersitena 3%, Augita 3%, Broza 2%.

*Resultado:* Se trata de un Sillar, cuya temperatura inicial solo ha sido suficiente para aplanar lapilli, pero que no llegó a una fundición de las partículas de vidrio.

13. De un perfil cerca de La Coyotera se tomaron un total de once muestras. Un Sillar está intercalado entre dos capas de cenizas sueltas, y se puede distinguir nueve diferentes bancos. Casi no hay diferencias entre los diferentes bancos, por lo que se describe solamente las muestras más características.

a) *Ceniza en el lecho de la serie tobácea*  
*Muestra:* Ceniza poco endurecida de

color pardo-claro, con estructura pisolítica poco pronunciada.

*Preparado en granos:* Masa consistente de vidrio espumoso de color pardo-claro ( $n=1.526 \pm 0.006$ ) con muy pocos fenocristales: Plagioclasa 1%, indicios de Pirógenos y Broza.

*Resultado:* Ceniza vítrea suelta.

- b) *Banco inferior de la toba media*

*Muestra:* Ceniza densa de color gris-claro, con unos pocos lapilli de obsidiana y pómez. Por la masa se serpentean plastas del mismo material.

*Corte Delgado:* Masa de vidrio incolora ( $n=1.521$ ) fragmentos y microlitos de Feldespato. No se observó una acción de presión sobre los fragmentos. Fenocristales: Andesina/Labradorita 30%, Magnetita 3%, indicios de Augita.

*Resultado:* Sillar de poca deformación.

- c)  
*Muestra:* Ceniza muy endurecida de color gris-claro, que fuera de unos cristales de Feldespato no tiene inclusiones.  
*Corte Delgado:* Masa consistente de



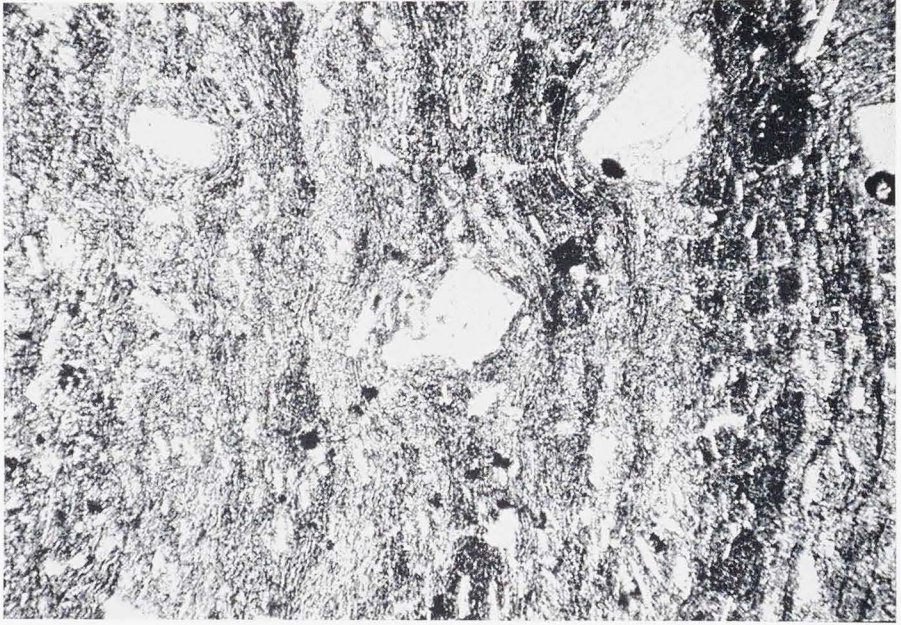


Figura 5. Ignimbrita (muestra No. 9) del valle del Río Paz, 1 km arriba de la desembocadura del Río Molino. La foto muestra la textura típica de una ignimbrita; las partículas vítreas todavía bien visibles están fundidas en alto grado. En algunas partes la roca ya alcanza una masa de vítreo homogénea. Ampliación X 28.

vidrio denso de color café ( $n=1.516 \pm 0.005$ ) con microlitos de feldespato y fragmentos de vidrio. Estos ni están aplanados, ni estirados, y menos todavía fundidos. Fenocristales: Andesina 25%, Hiperstena 6%, Augita 3%, Magnetita 1%.

*Resultado: Toba o Sillar.*

d)

*Muestra:* Las mismas características como c).

*Corte Delgado:* Masa vítrea incolora ( $n=1.516 \pm 0.005$ ) con Microlitos de Feldespato no-orientados. Sólo muy pocos fragmentos de vidrio. Fenocristales: Andesina 22%, Hiperstena marginalmente descompuesta a Serpentina 3%, rudicios de Enstatita y Augita.

*Resultado: Toba endurecida.*

e)

*Muestra:* Toba muy endurecida de color gris-claro hasta pardo-claro con inclusiones de minerales fémcicos.

*Corte Delgado:* Masa de vidrio de co-

lor parduzco-verdoso ( $n=1.526 \pm 0.005$ ) con numerosos microlitos de Feldespato poco orientados. Los pocos fragmentos presentes no indican ninguna acción de presión.

*Resultado: Sillar,* cuyo diagénesis ocurrió bajo poca influencia de calor, y poca presión litostática.

f) *En el techo de la serie tobácea*

*Muestra:* Ceniza poco endurecida de color pardo-claro con numerosas inclusiones de pómez gris-claro. Unas inclusiones de Plagioclasa tienen diámetros hasta 3 mm. No existen plastas.

*Preparado de granos:* Masa de vidrio espumoso de color verduzco-parduzco ( $n=1.526 \pm 0.005$ ). Fenocristales: fragmentos de Plagioclasa 10%, Piroxena 2%, Broza 1%.

*Resultado: Ceniza vítrea.*

#### 14. *Volcán Alarcón*

*Muestra:* Toba de ceniza de color pardo-claro, con plastas más o menos orientadas de color pardo-rojizo. Granos de



Figura 6. Ignimbrita (muestra No. 15) de San Juan Buena Vista. Zonas oscuras son orillas de plastas, en las cuales los fragmentos vítreos en parte fueron fundidas hasta una masa de vítreo homogénea. Ampliación X 85.

pómez y lapilli de obsidiana sin aplanamiento.

*Corte Delgado:* Masa de vidrio de grano muy fino pardoclaro ( $n=1.511 \pm 0.005$ ) con unos fragmentos frescos de vidrio. Ni los fenocristales ni los microlitos están orientados. En la masa se encuentran plastas compuestas de fragmentos de vidrio de color pardo-oscuro, que están bastante estirados pero muy poco fundidos. Otras inclusiones son fragmentos de pómez y de rocas efusivas. Fenocristales: Andesina 35%, Augita 2%, Hiperstena 1%, Magnetita 1%.

*Resultado:* Típica Toba fundida con un alto contenido en inclusiones ajenas.

#### 15. San Juan Buena Vista

*Muestra:* Roca muy endurecida de una masa de color gris-claro, plastas oblongas de color gris-oscuro y granos esporádicos de pómez de color gris-claro.

*Corte Delgado:* (Fig. 6) La masa consiste en partículas de un vidrio de color cafésoso ( $n=1.526 \pm 0.005$ ). Las partículas de vidrio son fuertemente

aplanadas y oblongadas y se estrechan contra los Fenocristales, causando así una textura fluidal. La fusión de los fragmentos es bastante adelantada, sobre todo a las orillas.

*Resultado:* Ignimbrita.

### III. CONCLUSIÓN

En este trabajo se pudo sustituir el término técnico "Toba Fundida", que se ocupaba para investigaciones en el campo (Seeger, 1960; Meyer, 1961), por una denominación exacta. Varios afloramientos bien se podrían denominar en el campo como "Tobas Fundidas" a base de su estructura eutasítica, cuando más que existe frecuentemente un agrietamiento típico. Pero si no hay indicaciones de una fusión perfectamente clara en el corte fino, se debe denominarlos Sillares. La mezcla de gas y ceniza, de que procedieron tales sedimentos, no tenía una temperatura suficientemente alta para fundir las partículas.

Smith (1960, p. 151) aún supone, que Sillares pudieron haber sido sedimentados a una temperatura semejante a las de las



Ignimbritas, y que solamente la presión de los sedimentos en el techo no ha sido suficiente para causar una deformación visible de los fragmentos.

Además llegó Smith (1960) después de investigaciones detalladas sobre Ignimbritas en la parte occidental de los Estados Unidos a la conclusión, de que por lo general las Ignimbritas se subdividen en varias zonas con un grado de fusión diferente. Así él divide (1960, Tabla 20) en un perfil esquemático desde arriba hacia abajo tres unidades: 1. zona sin fusión; 2. zona con fusión parcial; 3. zona con fusión perfecta. Por consiguiente no es imposible, que haya en la región de Ahuachapán condiciones semejantes, en las cuales afloramientos petrográficamente distintos pertenecen genéticamente a la misma unidad, la cual sería un "cooling unit" según Smith.

#### SCHLUSSFOLGERUNGEN

Es gelang durch vorliegende Untersuchung die Geländenamen Toba Fundida (Seeger, 1960; Meyer, 1961) durch genaue Termini zu ersetzen. Mehrere Vorkommen können makroskopisch auf Grund ihrer eutaxitischen Struktur durchaus als Schmelztuffe gedeutet werden, zumal eine für Schmelztuffe typische Klüftung vorhanden ist. Da aber keine eindeutigen Verschweissungen stattgefunden haben, müssen sie als Gluttuffe oder Sillare gelten, bei deren Förderung die Temperatur des Gas-Aschegemisches nicht ausreichte, um Partikel verschmelzen zu lassen.

Smith (1960, S. 151) nimmt sogar an, dass Tuffe vom Typ Sillar bei ebenso hohen Temperaturen abgelagert werden können wie Schmelztuffe, nur sei die darüberliegende Last zu gering gewesen, um eine sichtbare Deformation hervorzurufen. Ausserdem war Smith (1960) nach eingehenden Untersuchungen von Schmelztuffen aus den Vereinigten Staaten zu der Erkenntnis gelangt, dass im Allgemeinen ein Schmelztuff aus mehreren Zonen unterschiedlicher Verschweissungs-Intensität besteht. So unterscheidet er in seinen schematischen Profilen (1960), Taf. 20) von oben nach unten drei derartige Zonen: 1. eine Zone ohne Verschweissung, 2. eine Zone mit partieller Verschweissung und 3. eine Zone mit vollständiger Verschweissung. Es ist demnach nicht ausgeschlossen, dass in dem Gebiet von Ahuachapán ähnliche Beziehungen existieren, wobei die verschieden Vorkommen

im Sinne Smiths genetisch zusammengehören, jedoch unterschiedlichen Verschweissungszonen eines "cooling unit" angehören.

#### CONCLUSION

The present petrographic study is concerned with checking the validity of the terms *ignimbrite*, *sillar* and *tuff lava* which so far have been tentatively applied to pyroclastic deposits in the Ahuachapán Region of Western El Salvador. Some of these ash flows could well be designated as ignimbrite, at least on a field term basis, for its eutaxitic structure and typical jointing. However, if a microscopic examination does not reveal plastic deformation and fusion of shards the deposit cannot be called "ignimbrite." Other terms such as *sillar* or *gluttuff* (German) should be applied, the former being indurated as a result of endogenous pneumatolytic action, the latter being only slightly coherent due to compaction of shards.

During the deposition of a *sillar* or *gluttuff* the mixture of ash particles and gas was not sufficiently hot to cause even a partial welding of glass shards. Smith (1960, p. 151) envisions *sillars* as possibly having been laid down under similar temperatures as ignimbrites, but when the flow was thin the overload pressure would not be sufficient to weld the particles.

Moreover, Smith arrived at the conclusion, when working with ignimbrites in the Southwestern United States, that generally an ignimbritic deposit can be subdivided into several zones of various degrees of welding. Thus he divides a schematic section (1960, Fig. 20) into three units from top to bottom:

- 1) zone without welding
- 2) zone of partial welding
- 3) zone of complete welding

Building on the ideas of Smith, it is not impossible that similar mechanics of emplacement are applicable for the indurated tuffs of the Ahuachapán Region and that petrographically different tuff layers are not individual ash flows but genetically related zones or "cooling units" (after Smith), all deposited by the same *nuée ardente*.

#### IV. BIBLIOGRAFÍA

- DURR, F., 1960, El Marco Geológico: Energía Geotérmica, Informe No. 1, Serv. Geol. Nac. San Salvador.  
MEYER, J., 1961, The Geology of the Ahua-



- chapán Area, Western El Salvador, Central America: unpub. M. A. Thesis, The University of Texas, Austin, Texas.
- MEYER-ABICH, H., 1960, El Salvador: Lexique Stratigraphique International, Vol. V, Fasc. 2a, *Amerique Centrale*, 99-128, Paris 1960.
- SEGER, D., 1960, Geología de la Región de Ahuachapán: Energía Geotérmica, Informe No. 1, Serv. Geol. Nac. San Salvador.
- ROSS, C. S. and R. L. SMITH, 1960, Ashflow Tuffs: their Origin, Geologic Relations, and Identification: U. S. Geol. Survey, Prof. Paper 366.
- SMITH, R. L., 1960, Zones and Zonal Variations in Welded Ash Flows: U. S. Geol. Survey, Prof. Paper 354-F.
- WEYL, R., 1954, Beiträge zur Geologie El Salvadors, V. Die Schmelztuffe der Balsamkette: *Neues Jb. Geol. Paläontol.*, Abh. 99, 1-32.
- WEYL, R., 1957, Las Tobas Fundidas de la Cadena Costera: *Com. ITIC* 6, No. 1, 1-20 San Salvador.
- WEYL, R., 1960, Las Ignimbritas Centroamericanas: *Inst. Geog. Costa Rica*, Informe Semestral, Enero a Junio 1960, 39-60.
- WEYL, R., 1961, Mittelamerikanische Ignimbrite: *Neues Jb. Geol. Paläontol.*, Abh. 113, 13-45.

November 20, 1967

## REVIEWS

### TURBIDITES; THE MOVEMENT OF BEACH SAND THE HISTORY OF THE STUDY OF LANDFORMS OR THE DEVELOPMENT OF GEOMORPHOLOGY; THE DEEP AND THE PAST

HUBERT C. SKINNER  
PROFESSOR OF GEOLOGY  
TULANE UNIVERSITY

TURBIDITES, edited by A. H. Bouma and A. Brouwer. Published by Elsevier Publishing Company, Amsterdam, London, and New York, 1964, v + 264 pp., illus., \$12.50

This volume, the third in the *Developments in Sedimentology* series, was produced on behalf of the International Association of Sedimentologists who assembled the papers. It is the first book devoted to turbidites, a relatively new term in sedimentology, but nevertheless of such wide interest that more than seven hundred articles on this subject have appeared in technical journals.

The fifteen articles included in the book are drawn from many parts of the world illustrating the universal interest in turbidite studies and presenting varied views on the importance and interpretation of turbidity currents and turbidite deposits. Eleven papers are in English, two are in French, and two are in German.

Much of the recent work on turbidites is reviewed and the most significant aspects of these puzzling and fascinating rocks are treated in this book. It should help to stimulate additional research and discussion leading to more definitive answers to some of the remaining problems. The extensive and comprehensive bibliography containing more than six hundred and fifty entries is most important and useful.

THE MOVEMENT OF BEACH SAND, by James C. Ingle Jr. Published by Elsevier Publishing Company, Amsterdam, London, and New York, 1966, x + 221 pp., illus., \$14.50

This is the fifth volume in the series, *Developments in Sedimentology*, published by the Elsevier press. It presents the results of a large scale study of beach sand transport using a new technique, tracing the movement of fluorescent-dyed sand grains along the beaches of southern California over the period of two years. For the first time the paths of individual grains can be related to dynamic parameters such as current velocity and direction of movement.

The general patterns of foreshore-inshore tracer transport, sand movement seaward of the breaker zone, sand movement around man-made structures, and analysis of tracer dispersion are treated in separate chapters. The field and laboratory procedures are described fully, including the ingenious techniques required to retrieve adequate samples from controlled stations in the rigor of the heavy surf zone. The techniques used to mark sediment grains with fluorescent dyes are summarized in an appendix. This novel approach to the study of sedimentary environments ultimately will aid greatly in understanding the dynamics of sediment transport and deposition.