

OPAMSS

Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador

Proyecto

**” Incidiendo en gestión del ciclo hidrológico con enfoque en aguas
subterráneas para adaptación al cambio climático en el AMSS”**



**Informe Análisis geológico del sondeo con recuperación
de núcleo de perforación en Montesión, Santa Tecla**



Walter Hernández

San Salvador, julio de 2022

Análisis geológico del sondeo con recuperación de testigo en Montesión, Santa Tecla

1. Introducción

En el marco del Proyecto” **Incidiendo en gestión del ciclo hidrológico con enfoque en aguas subterráneas para adaptación al cambio climático en el AMSS**”, se llevó a cabo el proyecto de “Perforación de 3 sondeos para monitoreo de aguas subterráneas”. Uno de estos sondeos corresponde al de la Residencial Montesión, ubicado en el municipio de Santa Tecla. El sondeo está ubicado una superficie con depósitos poligenéticos de depresiones. El sondeo con recuperación de testigos o núcleos de perforación con corona de diámetro PQ (Diámetro interno 85 mm) y profundidad de 120 m. La perforación fue llevada a cabo por la empresa Rodio Swissboring. Los 3 sondeos están ubicados en sitios seleccionados por la Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador (OPAMSS) en el Área Metropolitana de San Salvador (AMSS).

Los núcleos de perforación son colocados en cajas de plástico resistente con cubierta. Las cajas poseen 64 cm de largo x 32 cm de ancho x 7 cm de altura. A cada núcleo de perforación se le determinan las características físicas: Color, textura, estructuras, grado de meteorización, grado de consistencia, presencia de vesículas, fracturas, juntas e hidrotermalismo. Así como también, la dureza, permeabilidad, densidad. Se presenta un mapa geológico del AMSS con un radio de 3 km del sitio del sondeo, del que se describen los aspectos geológicos y estructurales más relevantes. En el perfil estratigráfico se describen los estratos geológicos los cuales son agrupados en Miembros y en las Formaciones geológicas conforme al Mapa Geológico del AMSS, escala 1:50,00 (Lexa et al. 2020). Una descripción más detallada aparece en Anexo.

2. Ubicación del sondeo de la residencial Montesión



El sondeo está ubicado en esquina suroeste de la cancha de fútbol del parque Las Tres Gracias, en la residencia Montesión, en el municipio de Santa Tecla. Las coordenadas geográficas del sondeo son: N13°40'39.2"; W-89°17'25.8", tiene una elevación de 962 msnm y la profundidad del sondeo de 120 m. Este sitio está aproximadamente 6 km al sur del cráter Boquerón y a 5 km al noroeste del cráter Plan de La Laguna (Figura 1).

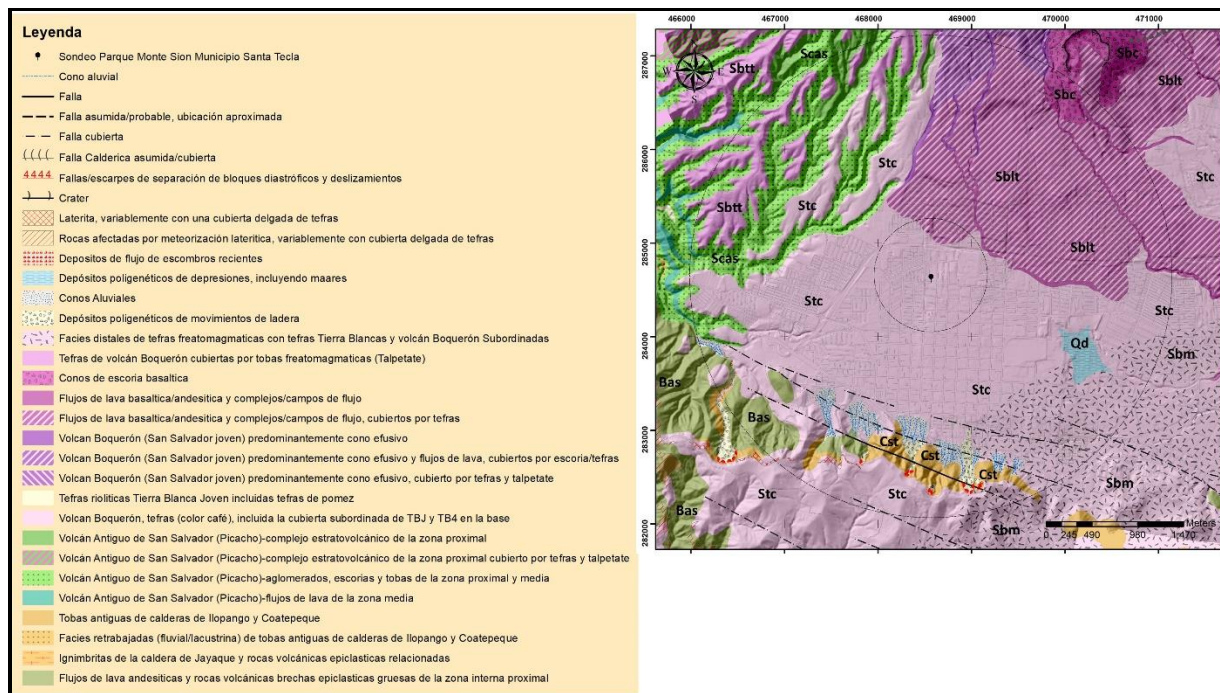


Figura 1. Mapa geológico de la zona del sondeo de Montesión. El puntito negro indica el sitio del sondeo que está situado en materiales (Stc), que corresponde a tefras del volcán Boquerón cubiertas por las Tobas de San Andrés que son oleadas piroclásticas del Boquerón.

3. Situación geológica de la zona de perforación

El sondeo del parque Las Tres Gracias de la residencia Montesión, geomorfológicamente está situado en parte baja de la ladera del volcán San Salvador. La superficie moderadamente inclinada y conforma la planicie aluvial del volcán que contacta y contrasta con el escarpe empinado que constituye la cordillera del Bálsamo, en cuya parte baja corre paralelamente el Blvd Sur. El miembro Stc constituido por tefras del volcán Boquerón con ampliamente distribuido inclusive en la parte alta de la cordillera del Bálsamo donde se localiza el cantón El Matazano. Hacia el suroeste



de Montesión, en la parte alta de la cordillera afloran los flujos de lava andesíticas y rocas volcánicas de brechas epiclásticas de la formación El Bálsamo (Bas). Hacia el sureste afloran las tefras distales de la erupción freatomagmática Plan de La Laguna (Sbm). En la parte noreste del sondeo se localiza una amplia área de lavas del Boquerón y del cono la Hoya que están cubiertas por tefras (Sblt). El cono de escorias La Hoya está parcialmente cubierto por las tefras de Tierra Blanca Joven (Stbj).

Este escarpe se formó durante la etapa formativa del Graben Central con esfuerzo tensional puro. Posteriormente los esfuerzos derivaron hacia un movimiento transtensional y la falla sur del aquel graben pasó a ser inactiva. Solamente la falla de la parte norte ha mantenido la actividad, pero con movimiento predominantemente lateral derecho y con una componente vertical mínima. Esta falla transcurrente formó lo que se llama Zona de Falla de El Salvador (ZFES) (Martínez-Díaz et al. 2004). El límite entre la ZFES y la Fosa Mesoamericana conforman la microplaca que constituye el proarco centroamericano, que se mueve hacia el noroeste con una velocidad de 14 mm/año (DeMets, 2001).

Comentarios sobre el perfil geológico

En el tramo entre las profundidades de 51.40 y 64.00 m la sarta de herramienta de perforación no encontró material geológico y se fue hacia abajo en vacío por 12.60 m (Figura 2). Esto indica que se encontró una cárcava de dimensiones desconocidas. Esta condición conllevó a que no hubiera retorno del fluido de perforación y hubo pérdida total (PT). El material fino constituido por arcillas plásticas constituye un horizonte quemado. Una cárcava en materiales piroclásticos es algo poco común a esas profundidades, sin embargo, estos procesos ocurren y este es un caso de estos que debe tomarse en cuenta cuando se vaya a realizar el diseño de perforación para pozo de filtración de aguas superficiales.

Entre las profundidades de 71.15 m y 73.30 m (2.15 m de espesor) yace una capa de pómez de color blanco, clasto soportante, suelto, ligero, blando y permeable que corresponde a las tefras TB4

Financiado por
la Unión Europeaaecid
Agencia Española
de Cooperación
Internacional
para el Desarrollo

(Figura 3). Estas tefras del último periodo eruptivo de la caldera de Ilopango fueron denominadas TB4, TB3 y TB2 por Frullani (1989) para el Miembro Tobas Color Café (s3'a) Bosse et al. (1978).



Figura 2. En la base de la lava a 51.40 m y el techo del horizonte quemado, a 64.00 m se encontró caída libre de la herramienta de perforación y también hubo pérdida total (PT) de fluidos de perforación, debido a la presencia de una cárcava, que se desconoce su tamaño y forma.

Esta capa funciona en el centro y occidente de El Salvador, como capa guía y como marcador de tiempo: 45 ± 4.6 ka (Cisneros de León et al. 2021) determinada en zircones por el método $^{238}\text{U}/^{230}\text{Th}$. Este estrato está mucho más profundo que el mismo encontrado en el sondeo de Casa de La Mujer en Mejicanos, que está mucho más superficial a las profundidades de 10.52 y 12.30 m, con 1.78 m de espesor, probablemente por estar sometido a erosión.

El sondeo de Montesión tiene 120 m de profundidad y desde los 74.95 m hasta el final del sondeo, está constituido por una serie de coladas lávicas con brechas autoclásticas, de color rojizas y café y son bastante permeables por permeabilidad primaria. La figura 4 muestra un segmento de estas entre las profundidades de 96.90 y 106.45 m donde evidencia las permeabilidades primaria y

Financiado por
la Unión Europeaaecid
Agencia Española
de Cooperación
Internacional
para el DesarrolloCOAMSS
OPAMSS

secundaria. Estas lavas también están bastante fracturadas y constituyen material con muy buenas características de permeabilidad secundaria. Las lavas lucen frescas y por eso parecen estar asociadas al volcán Boquerón. El perfil litoestratigráfico del sondeo de Montesión está en la figura 5. Una descripción más detallada aparece en anexo.



Figura 3. Depósito de tefras TB4 de 2.55 de espesor en la profundidad entre 71,15 y 73.70 m. Estas tefras de pómez soportante, suelto, color blanco y café claro en el techo. Es permeable, blando y ligero.



Figura 4. Segmento de lavas entre los 96.90 m y 106.45 m mostrando fracturamiento alto y también niveles de brechas escoriácea y café-rojiza, por oxidación. Toda la secuencia de lavas es altamente permeable.

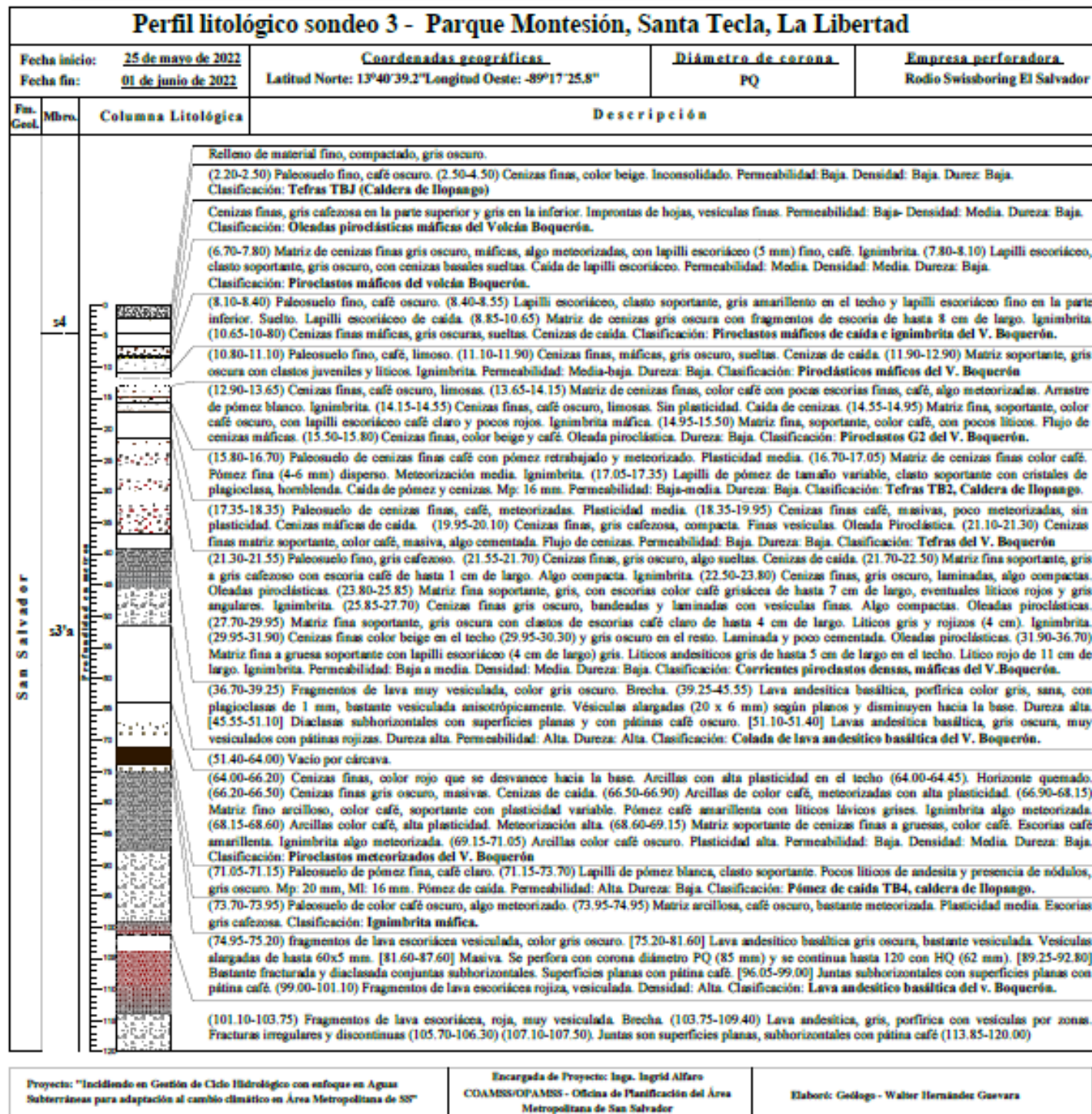
Financiado por
la Unión Europea

Figura 5. Perfil litoestratigráfico del sondeo de Montesión. En el perfil se observan los miembros s4 y s3a (Tobas color Café) de la Formación San Salvador.



Referencias

- Cisneros de León, A., Schmitt, A. K., Kutterolf, S., Schindlbeck-Belo, J.C., Hernández, W., Sims, K. W. W., Garrison, J., Kant, L., Webe, B. B., Wang, K.-L. Lee, H.-Y. Trumbull, R. B. (2021) Zircon and Melt Extraction from a Long-Lived and Vertically Extensive Magma System Underneath Ilopango Caldera (El Salvador). *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 22, e2020GC009507. <https://doi.org/10.1029/2020GC009507>.
- Bosse, R.H., Lorenz, W., Merino, A., Minhm, A., Rode, K., Schmitd-Thomé, M., Webber, H.S. y Wiesemann, G., (1978). Mapa Geológico de la República de El Salvador, escala 1: 100,000. Misión Geológica Alemana. Hannover, República Federal de Alemania.
- DeMets, C. A new estimate for present-day Cocos-Caribbean Plate motion: Implications for slip along the Central American Volcanic Arc. *Geophys. Res. Lett.* 2001, 28, 4043–4046.
- Dull, R., Wiemann, M., Anchukaitis, K., Amaroli, P., Kutterolf, S., Southon, J., Oppenheimer, C., Hernandez, W., Wahl, D., Sheets, P., Freundt, A. (2019). Radiocarbon and geologic evidence reveal Ilopango volcano as source of the colossal 'mystery' eruption of 539/40 CE. *Journal: Quaternary Science Reviews* 222. 105855
- Frullani, A., (1989). Geología Delleárea Metropolitana di San Salvador. Conferenze di Geotécnica di Torino. Associazione Geotécnica italiana. XIV CGT. 37p.
- Lexa, J., Sebesta, J., Hernández, W., Chávez, A. (2020). Elaboración de Mapa Geológico y su Caracterización en escala 1:50,000. Agencia andaluza de cooperación Internacional para el Desarrollo (AACID)-Oficina de Planificación del Area Metropolitana de San Salvador. 118p
- Martínez-Díaz, J.; Álvarez-Gómez, J.; Benito, B.; Hernández, D. Triggering of destructive earthquakes in El Salvador. *Geology* 2004, 32, 65–68

Financiado por
la Unión Europea

ANEXO

Perfil litológico sondeo RESIDENCIAL MONTESION

Coordenadas: N13°40'39.2"; W-89°17'25.8" Elevación: 962 msnm

Profundidad: 120 m Municipio: Santa Tecla

Elaboró: Geólogo Walter Hernández

Fecha inicio perforación: 25 de mayo de 2022

Fecha fin perforación: 1 de junio de 2022

Profundidad (Metros)	Descripción
0.00-2.20	Relleno de material fino, compactado, gris oscuro.
2.20-4.50	(2.20-2.50) Paleosuelo fino, café oscuro. (2.50-4.50) Cenizas finas, color beige. Inconsolidado Permeabilidad: Baja. Densidad: Baja. Dureza: Baja. Clasificación: Tefras TBJ (Caldera de Ilopango)
4.50-6.70	Cenizas finas, gris cafezosa en la parte superior y gris en la inferior. Máficas. Improntas de hojas, vesículas finas. Permeabilidad: Baja- Densidad: Media. Dureza: Baja. Clasificación: Oleadas piroclásticas del volcán Boquerón .
6.70-8.10	(6.70-7.80) Matriz de cenizas finas gris oscuro, máficas, algo meteorizadas, con lapilli escoriáceo (5 mm) fino, café. Ignimbrita. (7.80-8.10) Lapilli escoriáceo, clasto soportante, gris oscuro, con cenizas basales sueltas. Caída de lapilli escoriáceo. Permeabilidad: Media. Densidad: Media. Dureza: Baja. Clasificación: Piroclastos máficos del volcán Boquerón .
8.10-10.80	(8.10-8.40) Paleosuelo fino, café oscuro con algo de plasticidad. (8.40-8.55) Lapilli escoriáceo, clasto soportante, gris amarillento en el techo y lapilli escoriáceo fino (<1cm) en la parte inferior (8.55-8.85). Suelto. Lapilli escoriáceo de caída. (8.85-10.65) Matriz de cenizas gris oscura con fragmentos de escoria de hasta 8 cm de largo. Ignimbrita. (10.65-10.80) Cenizas finas máficas, gris oscuras, sueltas. Cenizas de caída Permeabilidad: Media. Densidad: Media. Dureza: Baja. Clasificación: Piroclastos máficos de caída e ignimbrita del V. Boquerón .
10.80-12.90	(10.80-11.10) Paleosuelo fino, café, limoso.

Financiado por
la Unión Europeaaacid
Agencia Española
de Cooperación
Internacional
para el DesarrolloCOAMSS
OPAMSS

(11.10-11.90) Cenizas finas, máficas, gris oscuro, sueltas. Cenizas de caída.

(11.90-12.90) Matriz soportante, gris oscura con clastos juveniles y líticos. Ignimbrita.

Permeabilidad: Media-baja. Densidad: Media. Dureza: Baja

Clasificación: Piroclásticos máficos del **V. Boquerón**

12.90-15.80

(12.90-13.65) Cenizas finas, café oscuro, limosas, sin plasticidad.

(13.65-14.15) Matriz de cenizas finas, color café con pocas escorias finas, café, algo meteorizadas. Arrastre de pómez blanco. Ignimbrita

(14.15-14.55) Cenizas finas, café oscuro, limosas. Sin plasticidad. Caída de cenizas.

(14.55-14.95) Matriz fina, soportante, color café oscuro, con lapilli escoriáceo café claro y pocos rojos. Ignimbrita máfica.

(14.95-15.50) Matriz fina, soportante, color café, con pocos líticos. Flujo de cenizas máficas.

(15.50-15.80) Cenizas finas, color beige y café. Oleada piroclástica.

Permeabilidad: Media-baja. Densidad: Media. Dureza: Baja.

Clasificación: **Tefras G2 del V. Boquerón.**

15.80-17.35

(15.80-16.70) Cenizas finas café con pómez fino retrabajado y meteorizado. Plasticidad media.

(16.70-17.05) Matriz de cenizas finas color café. Pómez fina (4-6 mm) disperso. Meteorización media. Ignimbrita

(17.05-17.35) Lapilli de pómez de tamaño variable, clasto soportante con cristales de plagioclasa, hornblenda. Caída de pómez y cenizas. Mp: 16 mm

Permeabilidad: Baja-media. Densidad: Baja. Dureza: Baja.

Clasificación: **Tefras TB2, Caldera de Ilopango.**

17.35-21.30

(17.35-18.35) Paleosuelo de cenizas finas, café, masivas, meteorizadas. Plasticidad media.

(18.35-19.95) Cenizas finas café, masivas, poco meteorizadas, sin plasticidad. Cenizas máficas de caída.

(19.95-20.10) Cenizas finas, gris cafezosa, compacta. Finas vesículas. Oleada Piroclástica.

(21.10-21.30) Cenizas finas matriz soportante, color café, masiva, sin plasticidad. Algo cementada. Flujo de cenizas.

Permeabilidad: Baja. Densidad: Media. Dureza: Baja.

Clasificación: Tefras del **V. Boquerón.**

21.30-36.70

(21.30-21.55) Paleosuelo fino, gris cafezoso, inconsolidado.

(21.55-21.70) Cenizas finas, gris oscuro, algo sueltas. Cenizas de caída.

(21.70-22.50) Matriz fina soportante, gris a gris cafezoso con escoria café de hasta 1 cm de largo. Algo compacta. Ignimbrita.

Financiado por
la Unión Europea

(22.50-23.80) Cenizas finas, gris oscuro, laminadas, algo compactas. Oleadas piroclásticas.

(23.80-25.85) Matriz fina soportante, gris, con escorias color café grisácea de hasta 7 cm de largo, eventuales líticos rojos y gris angulares. Ignimbrita máfica.

(25.85-27.70) Cenizas finas gris oscuro, bandeadas y laminadas con vesículas finas. Algo compactas. Oleadas piroclásticas.

(27.70-29.95) Matriz fina soportante, gris oscura con clastos de escorias café claro de hasta 4 cm de largo. Líticos gris y rojizos (4 cm). Ignimbrita máfica.

(29.95-31.90) Cenizas finas color beige en el techo (29.95-30.30) y gris oscuro en el resto. Laminada y poco cementada. Oleadas piroclásticas.

(31.90-36.70) Matriz fina a gruesa soportante con lapilli escoriáceo (4 cm de largo) gris. Líticos andesíticos gris de hasta 5 cm de largo en el techo. Lítico rojo de 11 cm de largo. Ignimbrita máfica.

Permeabilidad: Baja a media. Densidad: Media. Dureza: Baja.

Clasificación: Corrientes piroclastos densas del **volcán Boquerón**.

36.70-51.40

(36.70-39.25) Fragmentos de lava muy vesiculada, color gris oscuro. Brecha del techo.

(39.25-45.55) Lava andesítica basáltica, porfírica color gris, sana, con plagioclasas de 1 mm, bastante vesiculada anisotrópicamente. Vesículas alargadas (20 x 6 mm) según planos y disminuyen hacia la base. Dureza alta.

(45.55-51.10) Diaclasas subhorizontales con superficies planas y con pátinas café oscuro.

(51.10-51.40) Lavas andesítica basáltica, gris oscura, muy vesiculados con pátinas rojizas. Dureza alta.

Permeabilidad: Alta. Densidad: Alta. Dureza: Alta

Clasificación: Colada de lava andesítico-basáltica del **V. Boquerón**.

51.40-64.00

Vacío por cárcava.

64.00-71.05

(64.00-66.20) Cenizas finas, color rojo que se desvanece hacia la base.

Arcillas con alta plasticidad en el techo (64.00-64.45). Horizonte quemado.

(66.20-66.50) Cenizas finas gris oscuro, masivas. Cenizas de caída.

(66.50-66.90) Arcillas de color café de meteorización con alta plasticidad.

(66.90-68.15) Matriz fino arcilloso, color café, soportante con plasticidad variable. Pómez café amarillenta con líticos lávicos grises. Ignimbrita algo meteorizada

(68.15-68.60) Arcillas color café, alta plasticidad. Meteorización alta.

(68.60-69.15) Matriz soportante de cenizas finas a gruesas, color café.

Escorias café amarillenta. Ignimbrita algo meteorizada.

(69.15-71.05) Arcillas color café oscuro. Plasticidad alta.

Permeabilidad: Baja. Densidad: Media. Dureza: Baja.

Financiado por
la Unión Europeaaecid
Agencia Española
de Cooperación
Internacional
para el DesarrolloCOAMSS
OPAMSSClasificación: Piroclastos meteorizados del **V. Boquerón****71.05-73.70**

(71.05-71.15) Paleosuelo de pómez fina, café claro.
 (71.15-73.70) Lapilli de pómez blanca, clasto soportante. Pocos líticos de andesita y presencia de nódulos de enfriamiento rápido, gris oscuro. Mp: 20 mm, Ml: 16 mm. Pómez de caída
 Permeabilidad: Alta. Densidad: Baja. Dureza: Baja.
 Clasificación: Pómez de caída **TB4, caldera de Ilopango**

73.70-74.95

(73.70-73.95) Paleosuelo de color café oscuro, clasto soportado, algo meteorizado.
 (73.95-74.95) Matriz arcillosa, café oscuro, bastante meteorizada. Plasticidad media. Escorias grises cafezosa. Ignimbrita máfica. **V. Boquerón.**

74.95-101.10

(74.95-75.20) fragmentos de lava escoriácea vesiculada, color gris oscuro.
 (75.20-81.60) Lava andesítico basáltica gris oscura, bastante vesiculada. Vesículas alargadas de hasta 60x5 mm.
 (81.60-97.60) Masiva.

(89.60) Se perfora con corona diámetro PQ (85 mm) y se continua hasta 120 con HQ (62 mm).
 (89.25-92.80) Bastante fracturada y diaclasada con juntas subhorizontales. Superficies planas con pátina café.

(96.05-99.00) Juntas subhorizontales con superficies planas con pátina café.

(99.00-101.10) Fragmentos de lava escoriácea rojiza, vesiculada.
 Permeabilidad: Alta. Densidad: Alta. Dureza: Alta.
 Clasificación: Lava andesítico- basáltica del **v. Boquerón?**

101.10-120.00

(101.10-103.75) Fragmentos de lava escoriácea, roja, muy vesiculada. Brecha del techo.
 (103.75-109.40) Lava andesítica, gris, porfírica con vesículas por zonas. Fracturas irregulares y discontinuas (105.70-106.30) (107.10-107.50). Juntas son superficies planas, subhorizontales con pátina café (113.85.120.00).