



**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
ESCUELA CENTROAMERICANA DE GEOLOGÍA**

**ESTRATIGRAFÍA Y PETROGRAFÍA DEL PLIO-PLEISTOCENO DEL
NOROESTE DE COSTA RICA:
Formación Bagaces y lavas Pelón de la Bajura**

Juan Pablo Solano Monge

**Tesis para optar por el grado de
Licenciatura en Geología**

**Ciudad Universitaria Rodrigo Facio
San Pedro de Montes de Oca
Costa Rica**

**Julio
2018**

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
ESCUELA CENTROAMERICANA DE GEOLOGÍA

ESTRATIGRAFÍA Y PETROGRAFÍA DEL PLIO-PLEISTOCENO DEL
NOROESTE DE COSTA RICA: FORMACIÓN BAGACES Y LAVAS PELÓN
DE LA BAJURA

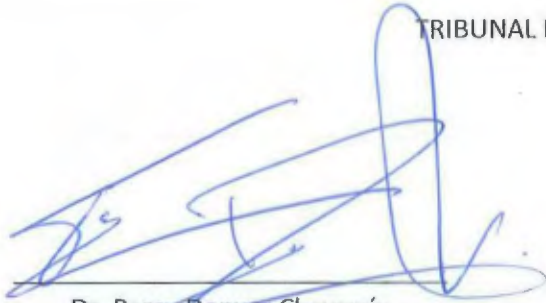
Tesis para optar por el grado de Licenciatura en Geología
Juan Pablo Solano Monge

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca,
Costa Rica


Julio, 2018

Tesis sometida y aceptada por el tribunal del trabajo final de graduación como requisito parcial para optar por el grado académico de Licenciado en Geología.

TRIBUNAL EXAMINADOR

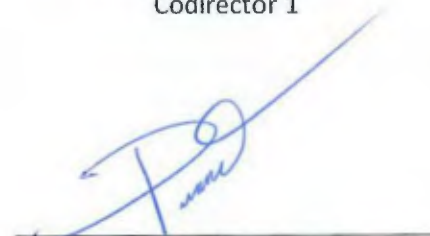


Dr. Percy Denyer Chavarría
Director



Dr. Óscar Lücke Castro
Codirector 1

Presente mediante videoconferencia
Dra. Wendy Pérez Fernández
Codirector 2



Dra. Pilar Madrigal Quesada
Lectora



Dr. Germán Vidaurre Fallas
Presidente del tribunal



Juan Pablo Solano Monge
Postulante

DEDICATORIA

*“Por nunca dejar de creer en mí
y guiarme por el mejor camino”*

A mis padres

Agradecimientos

A mis padres, Laura y Guillermo, los pilares más importantes de mi formación académica y de los cuales siempre obtuve los mejores consejos y de quienes aprendí a dar mi mejor esfuerzo en los retos de la vida y nunca darme por vencido.

A mis hermanos y confidentes: David por estar siempre anuente a escuchar y darme comentarios en pro de esta investigación, Julio por estar siempre pendiente de mi quehacer y su apoyo absoluto, Fabián por ayudarme a dar el salto de calidad en este trabajo, Emmanuel por las charlas amenas mientras yo “hacía tesis”, Samuel e Isabella por estar siempre a mi lado a la hora de la descripción de mi “colección de rocas”.

A Fernanda Fonseca y Karla Vásquez por acompañarme en los años que fuimos estudiantes y en este proceso. Además de brindarme su apoyo incondicional, ayuda en parte del trabajo de campo y escuchar mis enredos geológicos.

A Sebastián Carmona y Erick Rodríguez quienes me acompañaron durante el trabajo de campo y en las discusiones geológicas de este.

A mi amigo, mentor y pieza fundamental para el éxito de esta investigación Percy Denyer por enseñarme el valor de la ambición geológica.

A Wendy Pérez por sus valiosos aportes y su innegable ayuda en todo momento para la consecución de este trabajo.

A Óscar Lücke y Pilar Madrigal por sus aportes en la petrografía y comentarios objetivos y oportunos en los momentos críticos.

A Alejandro Argüello, Federico Rivera, Daniel Conejo, Francisco Chacón, Fabián Soriano, Pablo Dormond y Thais Ramírez amigos que siempre estuvieron pendientes de mis avances y que me inspiraron la confianza para continuar con este proyecto.

A Clarita Fernández, Briguitte Mora y Ana Rivera por brindarme ayuda en la recopilación de todo tipo de información bibliográfica y por sus conversaciones intrigosas y motivantes.

A Kennet Flores, Esteban Gazel y Aristides Alfaro por sus valiosos consejos en la preparación de muestras y la excelente atención recibida durante la realización de los análisis químicos.

A Hazel Barrantes, Guillermo Alvarado y María Marta Chavarría, excelentes profesionales, siempre dispuestos a extenderme su ayuda en la fase de muestreo.

A Giovanni Peraldo, Luis Obando y Manuel Barrantes por sus excelentes recomendaciones en diferentes momentos de este proyecto.

A don Ricardo, Janixia, Alejandra, Juan y Verita por estar pendientes del avance de esta investigación y recibirme en el Centro de Investigación en Ciencias Geológicas.

A doña Thelma, doña Elieth y don Carlos por su ayuda desinteresada y brindarme hospedaje en el trabajo de campo.

A Sergio Hernández – Jeremías, Ramiro García y Jairo García por permitirme el uso de los laboratorios de Paleontología, Petrografía y Geoquímica para la preparación de muestras.

A la Vicerrectoría de Investigación por su apoyo financiero para esta propuesta mediante el Fondo de apoyo complementario para trabajos finales de graduación y el proyecto 830-B0-242 Fortalecimiento de la Investigación en Estratigrafía y Tectónica, para la visita al Museo de Historia Natural de Nueva York, el pago de secciones delgadas y la finalización del trabajo de campo.

A Vicerrectoría de Vida Estudiantil por el financiamiento parcial de la visita al Museo de Historia Natural de Nueva York.

A la comisión de investigación de la Escuela Centroamericana de Geología por otorgarme una beca a través del Centro de Investigación en Ciencias Geológicas para la finalización de este proyecto.

Por último, le agradezco a todas esas personas que con un: ¡Juan π ! ¿Ya casi? ¡Juan π ! ¿Cuándo presenta? ¡Juan π ! ¿Cuántas secciones le faltan? Y otro tipo de preguntas mostraron interés y me motivaron a no abandonar este proyecto.

Índice General

Agradecimientos	vi
Resumen.....	xvi
Abstract	xvii
Capítulo I. Introducción.....	1
Objetivos	5
Ubicación del área de estudio.....	6
Contexto geotectónico.....	6
Justificación e importancia.....	8
Antecedentes	9
Marco teórico.....	12
Aspectos acerca de la nomenclatura de rocas piroclásticas	12
Soldamiento	13
Facies de cristalización	15
La microsonda electrónica	16
Metodología.....	16
Recopilación bibliográfica	16
Trabajo de campo.....	17
Petrografía de rocas piroclásticas	18
Petrografía de lavas.....	18
Selección de muestras para análisis químicos	18
Análisis químicos	18
Capítulo II. Tefroestratigrafía	20
Introducción	20
Metodología	21
Formación Bagaces	25
Toba Alto Mirador	25
Toba Potrerillos	27
Toba Limbo I.....	30
Toba Sandillal	35
Toba Rama de Nance	37
Toba Pan de Azúcar.....	39
Toba Limbo II.....	41

Toba Mata de Caña	44
Toba Poza Salada.....	48
Toba Santa Rosa	52
Toba La Casona.....	55
Toba Cuajiniquil.....	59
Litofacies Monte del Barco.....	60
Toba Río Colorado	63
Toba Cañas	68
Toba Montenegro	70
Formación Alcántaro	74
Toba Alcántaro	74
Tobas Aisladas	75
CN-7.1.....	76
ME-4.1	76
ME-4.2	76
ME-5.1	77
ME-5.2	77
ME-5.3	77
ME-12.1	78
Lavas Pelón de la Bajura.....	78
Capítulo III. Petrografía.....	80
Introducción	80
Metodología	82
Petrografía de rocas piroclásticas	82
Rasgos distintivos entre unidades.....	85
Formación Bagaces.....	85
Formación Alcántaro	114
Petrografía de rocas lávicas	114
Rasgos distintivos de las Lavas Pelón de la Bajura	115
Capítulo IV. Geoquímica.....	120
Introducción	120
Metodología	121
Resultados	122
Geoquímica de elementos mayores	123

Capítulo V. Discusión de resultados	126
Eventos piroclásticos en Costa Rica	126
Rocas contemporáneas a la Formación Bagaces en la cordillera volcánica de Guanacaste.....	130
Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones.....	134
Tefroestratigrafía y petrografía.....	134
Geoquímica	136
Capítulo VII. Referencias bibliográficas.....	137

Lista de Figuras

Capítulo I. Introducción

Figura 1.1 Contexto geológico de la Cuenca Tempisque	2
Figura 1.2 Evolución de la Formación Bagaces a través del tiempo	4
Figura 1.3 Ubicación de la Formación Bagaces	6
Figura 1.4 Aspectos tectónicos y fisiográficos.....	7
Figura 1.5 Clasificación de las rocas piroclásticas con énfasis en las tobas de flujo	13
Figura 1.6 Escalas de soldamiento	15
Figura 1.7 Partes de una microsonda electrónica. Modificada de López (1981).	17
Figura 1.8 Diagrama de flujo metodológico	17
Figura 1.9 Mapa de muestreo	19

Capítulo II. Tefroestratigrafía

Figura 2.1 Columna cronoestratigráfica de la Formación Bagaces y Lavas Pelón de la Bajura	21
Figura 2.2 Mapa de ubicación de líneas de perfil de correlación	22
Figura 2.3 Perfil de correlación de piezómetros A-B.....	23
Figura 2.4 Perfil de correlación de piezómetros C-D. Los piezómetros ME-3 y ME-19 fueron proyectados a la línea de perfil.	24
Figura 2.5 Toba Alto Mirador A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Ubicación cronoestratigráfica del presente estudio.....	25
Figura 2.6 Lentes de pómez en la Toba Alto Mirador	26
Figura 2.7 Toba Potrerillos A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Ubicación cronoestratigráfica del presente estudio. C. Piezómetros en los que se reconoció esta unidad.	28
Figura 2.8 Fiammes carcomido	30
Figura 2.9 Toba Limbo I A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Ubicación cronoestratigráfica del presente estudio. C. Piezómetros en los que se reconoció esta unidad.	31
Figura 2.10 Base de la litofacies masiva del depósito Inferior de la Toba Limbo I	33
Figura 2.11 Toba Sandillal A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Columna cronoestratigráfica del presente estudio.....	35
Figura 2.12 Diaclasas verticales producto de disyunción columnar de la Toba Sandillal.	37
Figura 2.13 Toba Rama de Nance A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Ubicación cronoestratigráfica del presente estudio.....	38
Figura 2.14 Veta silícea de hasta 50 mm de espesor	39
Figura 2.15 Toba Pan de Azúcar A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Ubicación cronoestratigráfica del presente estudio.....	40
Figura 2.16 Litofacies rica en escoria de la Toba Pan de Azúcar.....	41
Figura 2.17 Toba Limbo II A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Ubicación cronoestratigráfica del presente estudio. C. Piezómetros en los que se reconoció esta unidad.	42
Figura 2.18 Toba Mata de Caña A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Ubicación cronoestratigráfica del presente estudio. C. Piezómetros en los que se reconoció esta unidad.	45
Figura 2.19 Textura eutaxítica y desvitrificación.....	47
Figura 2.20 Concentración de fenocristales y clastos.	47

Figura 2.21 Toba Poza Salada A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Columna cronoestratigráfica del presente estudio. C. Piezómetros en los que se reconoció esta unidad.	49
Figura 2.22 Diaclasas verticales producto de disyunción columnar de la Toba Poza Salada.....	51
Figura 2.23 Toba Santa Rosa A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Columna cronoestratigráfica del presente estudio. C. Piezómetros en los que se reconoció esta unidad.	53
Figura 2.24 Toba La Casona A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Columna cronoestratigráfica del presente estudio. C. Piezómetros en los que se reconoció esta unidad.	56
Figura 2.25 Toba Cuajiniquil A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Columna cronoestratigráfica del presente estudio.....	60
Figura 2.26 Litofacies Monte del Barco A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Columna cronoestratigráfica del presente estudio.....	61
Figura 2.27 Toba Río Colorado A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Columna cronoestratigráfica del presente estudio. C. Piezómetros en los que se reconoció esta unidad.	64
Figura 2.28 Fiammes carcomido	66
Figura 2.29 Disyunción columnar incipiente	67
Figura 2.30 Toba Cañas A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Columna cronoestratigráfica del presente estudio.....	69
Figura 2.31 Toba Montenegro A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Columna cronoestratigráfica del presente estudio.....	71
Figura 2.32 Alteración hidrotermal. Afloramiento: 359725/329314.....	73
Figura 2.33 Toba Alcántaro A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Columna cronoestratigráfica del presente estudio.....	74
Figura 2.34 Intercalación de tobas amarillo verdoso y rosada blanquecina.....	78
Figura 2.35 Lavas Pelón de la Bajura A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Columna cronoestratigráfica del presente estudio.....	79

Capítulo III. Petrografía

Figura 3.1 Gráficos de clasificación de tobas empleados a. Clasificación composicional (Pettijohn et al., 1987) b. Clasificación granulométrica (Fisher, 1966).	81
Figura 3.2 Diagrama simplificado de clasificación de lavas de Streckeissen (1979).	81
Figura 3.3 Clasificación composicional de las rocas piroclásticas de la Formación Bagaces, a partir de estimaciones microscópicas.....	83
Figura 3.4 Clasificación granulométrica de las rocas piroclásticas de la Formación Bagaces, a partir de estimaciones macroscópicas.....	84
Figura 3.5 Toba Alto Mirador A. y B. Cristaloclastos. C. y D. Pumíticos. OP = Opacos, PLG = Plagioclasa, CPX = Clinopiroxeno, PM = Pumítico hialino, A. y C. En Nícoles paralelos y B. y D. En Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.....	87
Figura 3.6 Toba Potrerillos A. y B. Cristaloclastos. C. y D. Pumíticos. PLG = Plagioclasa, CPX = Clinopiroxeno, LR = Lítico recristalizado, PM = Pumítico hialino, PM* = Pumítico hialino poco fibroso, A., C. y D. Nícoles paralelos, B. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.	88
Figura 3.7 Tipos de litoclastos en la Toba Potrerillos.....	89
Figura 3.8 Toba Limbo I A. y B. Cristaloclastos. C. y D. Lítico. E. Escoria. F. Pumítico. CPX = Clinopiroxeno, LtRc = Lítico recristalizado, EH = Escoria hialina, PC = Pumítico cristalino, A., C., E. y F. Nícoles paralelos, B. y D. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.	90

Figura 3.9 Toba Sandillal. A. y B. Cristaloclastos. C. y D. Fragmento de vidrio. CPX = Clinopiroxeno, FV = Fragmento de vidrio, A., C. y D. Nícoles paralelos, B. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.	92
Figura 3.10 Toba Rama de Nance A. Escoria. B. Pumítico. C. y D. Fragmento de vidrio. EH = Escoria hialina, PH = Pumítico hialino, FVc = Fragmento de vidrio cristalino, FVh = Fragmento de vidrio hialino, A., B., C. y D. Nícoles paralelos. Escala gráfica = 0,5 mm.	93
Figura 3.11 Toba Pan de Azúcar A. y B. Cristaloclastos. C. Escoria. D. Pumítico. CPX = Clinopiroxeno, EH = Escoria hialina, PH = Pumítico hialino, A., C. y D. Nícoles paralelos, B. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.	94
Figura 3.12 Toba Limbo II A. y B. Cristaloclastos. C. y D. Lítico no reconocible. E. Escoria. F. Pumítico. CPX = Clinopiroxeno, LtNr = Lítico no reconocible, EH = Escoria hialina, PH = Pumítico hialino, A., C., E. y F. Nícoles paralelos, B. y D. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.	95
Figura 3.13 Mata de Caña Inferior. A. Escoria. B. Pumítico. Mata de Caña Inferior. C. y D. Cristaloclastos. E. y F. Lava. PLG = Plagioclasa, CPX = Clinopiroxeno, LvMi = Lava con microlitos, EH = Escoria hialina, PH = Pumítico hialino, A., B., C. y E Nícoles paralelos, D. y F. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.	97
Figura 3.14 Mata de Caña Superior A., B., C. y D. Cristaloclastos. E. y F. Escoria. CPX = Clinopiroxeno, OPX = Ortopiroxeno, EH = Escoria hialina, A., C., E. y F. Nícoles paralelos, B. y D. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.	99
Figura 3.15 Toba Poza Salada A., B., C., D., E. y F. Pumíticos. PBan = Pumítico bandeado, PFib = Pumítico fibroso, PMic = Pumítico con microlitos, PRec = Pumítico recristalizado, A., B., C., D., E. y F. Nícoles paralelos. Escala gráfica = 0,5 mm.	101
Figura 3.16 . Toba Santa Rosa A., B., C. y D. Cristaloclastos. E. y F. Pumíticos. CPX = Clinopiroxeno, OPX = ortopiroxeno, PH = Pumítico hialino, A., C., E. y F. Nícoles paralelos, B. y D. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.	103
Figura 3.17 Toba La Casona A., B., C. y D. Cristaloclastos. E. y F. Escoria. CPX = Clinopiroxeno, OPX = Ortopiroxeno, EH = Escoria hialina, A., C., E. y F. Nícoles paralelos, B. y D. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.	104
Figura 3.18 Toba Cuajiniquil A. y B. Lítico no reconocible. C. Escoria. D. Pumítico. LtNr = Lítico no reconocible, EH = Escoria hialina, PH = Pumítico hialino, A., C. y D. Nícoles paralelos, B. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.	106
Figura 3.19 Toba Monte del Barco A., B., C. y D. Pumíticos. PBan = Pumítico bandeado, PH = Pumítico hialino, POpc = Pumítico opaco, PPF = Pumítico poco fibroso, A., B., C. y D. Nícoles paralelos. Escala gráfica = 0,5 mm.	107
Figura 3.20 Toba Río Colorado A. y B. Cristaloclastos. C. y D. Escoria. E. y F. Pumíticos. CPX = Clinopiroxeno, EH = Escoria hialina, PH = Pumítico hialino, A., C., D., E. y F. Nícoles paralelos, B. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.	109
Figura 3.21 Cañas Inferior A. y B. Cristaloclastos. C. y D. Pumíticos. CPX = Clinopiroxeno, PH = Pumítico hialino, A., C. y D. Nícoles paralelos, B. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.	110
Figura 3.22 Cañas Superior A. y B. Escoria. C. y D. Pumíticos. EH = Escoria hialina, PH = Pumítico hialino, A., B., C. y D. Nícoles paralelos. Escala gráfica = 0,5 mm.	111
Figura 3.23 Toba Montenegro A. y B. Cristaloclastos. C. y D. Lítico. E. y F. Pumítico. CPX = Clinopiroxeno, LtNr = Lítico no reconocible, PH = Pumítico hialino, A., C., E. y F. Nícoles paralelos, B. y D. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.	113

Figura 3.24 Toba Alcántaro A. y B. Cristaloclastos. C. y D. Lava. E. y F. Pumíticos. CPX = Clinopiroxeno, OPX = Ortopiroxeno, LvMi = Lava con microlitos, PH = Pumítico hialino, PRec = Pumítico recristalizado, A., C., E. y F. Nícoles paralelos, B. y D. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.	115
Figura 3.25 Variación en el contenido de fenocristales.	116
Figura 3.26 Variación en el contenido de cristales en la matriz normalizado a 100.....	116
Figura 3.27 Lavas Pelón de la Bajura. A. y B. Vesículas C., D., E. y F. Fenocristales. PLG = Plagioclasa, CPX = Clinopiroxeno, VsR = Vesícula rellena con agregados de cuarzo microcristalinos y criptocristalinos. Barra roja = 0,5 mm.....	118

Capítulo IV. Geoquímica

Figura 4.1 Diagramas de variación a. Diagrama de Irvine & Baragar (1971) b. Jensen (1976) c. Peccerillo & Taylor (1976) d. Le Bas et al. (1986) modificado por Le Maitre et al., (2002)	121
Figura 4.2 Diagramas de discriminación de series y composición a. Diagrama de Irvine & Baragar (1971) b. Diagrama de Jensen (1976)	124
Figura 4.3 Diagramas de discriminación de series y composición a. Diagrama de Peccerillo & Taylor (1976) b. Diagrama de Le Bas et al. (1986) modificado por Le Maitre et al., (2002)	124
Figura 4.4 Diagramas de variación de elementos mayores. a. SiO ₂ vs TiO ₂ b. SiO ₂ vs Al ₂ O ₃ c. SiO ₂ vs FeO* d. SiO ₂ vs MgO e. SiO ₂ vs CaO f. SiO ₂ vs Na ₂ O g. SiO ₂ vs K ₂ O h. SiO ₂ vs P ₂ O ₅ . *FeO = hierro total	125

Capítulo V. Discusión

Figura 5.1 Diagramas de composición a. Diagrama de Peccerillo & Taylor (1976) b. Diagrama de Jensen (1976)	127
Figura 5.2 Diagramas tipo Harker a. SiO ₂ vs TiO ₂ b. SiO ₂ vs Al ₂ O ₃ c. SiO ₂ vs FeO* d. SiO ₂ vs MgO e. SiO ₂ vs CaO f. SiO ₂ vs Na ₂ O g. SiO ₂ vs K ₂ O h. SiO ₂ vs P ₂ O ₅	128
Figura 5.3 Diagramas de composición a. Diagrama de Peccerillo & Taylor (1976) b. Diagrama de Jensen (1976)	131
Figura 5.4 Diagramas tipo Harker a. SiO ₂ vs TiO ₂ b. SiO ₂ vs Al ₂ O ₃ c. SiO ₂ vs FeO* d. SiO ₂ vs MgO e. SiO ₂ vs CaO f. SiO ₂ vs Na ₂ O g. SiO ₂ vs K ₂ O h. SiO ₂ vs P ₂ O ₅	133

Lista de Cuadros

Capítulo I. Introducción

Cuadro 1.1 Diferentes tipos de clastos en rocas piroclásticas	5
Cuadro 1.2 Características del compactación por soldamiento versus compactación por diagénesis	14
Cuadro 1.3 Rango de soldamiento según variable (Quane & Russell, 2005a)	14
Cuadro 1.4 Ventajas y desventajas de unidades en las que pueden ser divididas las tobas de flujo	16

Capítulo II. Tefrostratigrafía

Cuadro 2.1 Estructura interna de la Toba Alto Mirador	26
Cuadro 2.2 Estructura interna de la Toba Potrerillos.....	29
Cuadro 2.3 Estructura interna de la Toba Limbo I	32
Cuadro 2.4 Estructura interna de la Toba Sandillal.....	36
Cuadro 2.5 Estructura interna de la Toba Rama de Nance	38
Cuadro 2.6 Estructura interna de la Toba Pan de Azúcar	40
Cuadro 2.7 Estructura interna de la Toba Limbo II	43
Cuadro 2.8 Estructura interna de la Toba Mata de Caña.....	46
Cuadro 2.9 Estructura interna de la Toba Poza Salada	50
Cuadro 2.10 Estructura interna de la Toba Santa Rosa	54
Cuadro 2.11 Estructura interna de la Toba La Casona	57
Cuadro 2.12 Estructura interna de la Toba Cuajiniquil	60
Cuadro 2.13 Estructura interna de la Litofacies Monte del Barco	62
Cuadro 2.14 Estructura interna de la Toba Río Colorado	65
Cuadro 2.15 Estructura interna de la Toba Cañas.....	70
Cuadro 2.16 Estructura interna de la Toba Montenegro	72
Cuadro 2.17 Estructura interna de la Toba Alcántaro.....	75

Capítulo III. Petrografía

Cuadro 3.1 Rasgos microscópicos distintivos.....	86
--	----

Capítulo IV. Geoquímica

Cuadro 4. 1 Porcentajes mínimos y máximos en elementos mayores	123
--	-----

Capítulo V. Discusión

Cuadro 5.1 Cristaloclastos presentes en las formaciones Bagaces, Tiribí y Liberia	127
Cuadro 5.2 Fenocristales de formaciones y unidades contemporáneas a la Formación Bagaces..	132

Resumen

En la base de la actual cordillera volcánica de Guanacaste se encuentra una secuencia de origen volcánico de rocas formadas durante el Mio-Plioceno y parte del Pleistoceno, correspondiente con las formaciones Bagaces y Lavas Pelón de la Bajura. El presente estudio constó de la descripción petrográfica de dieciséis núcleos de perforación (2201 m), el levantamiento de secciones estratigráficas en campo y el análisis de ciento treinta secciones delgadas, de las cuales se seleccionaron algunas muestras para la realización de análisis químicos. La Formación Bagaces incluye eventos piroclásticos explosivos y rocas sedimentarias asociadas. Esta fue dividida en dieciséis unidades diferentes según criterios composicionales como contenido de cristaloclastos (principalmente plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno y opacos), litoclastos y vitroclastos. La Toba Alto Mirador es una ignimbrita con lentes de pómez, en microscopía resaltan clinopiroxeno, líticos no reconocibles, lavas cristalinas y pumíticos hialinos. La Toba Potrerillos, definida en el presente estudio, es un depósito de flujo de pómez y escoria con variaciones verticales, con clinopiroxeno, ortopiroxeno, líticos recristalizados y pumíticos hialinos. La Toba Limbo I son dos depósitos provenientes de flujos de pómez y petrográficamente presentan clinopiroxeno, ortopiroxeno, apatito, líticos recristalizados, escoria hialina y pumíticos cristalinos. La Toba Sandillal es un depósito de flujo de pómez con variaciones verticales, caracterizada microscópicamente por la presencia de clinopiroxeno y fragmentos de vidrio. La Toba Rama de Nance es un depósito masivo de una ignimbrita, en el cual microscópicamente son recurrentes la escoria cristalina, pumíticos hialinos y los fragmentos de vidrio. La Toba Pan de Azúcar es un depósito de flujo de pómez enriquecido en escoria con variaciones verticales; a nivel microscópico se identifican clinopiroxeno, apatito, lavas con microlitos, escoria hialina y pumíticos hialinos. La Toba Limbo II es una ignimbrita con dos depósitos diferenciables, que bajo el microscopio predominan el clinopiroxeno, apatito, líticos no reconocibles y vitroclastos de escoria y pumíticos hialinos. La Toba Mata de Caña, definida en el presente estudio, corresponde con tres depósitos de flujos de pómez, cada uno con su afinidad micropetrográfica. La Toba Poza Salada es un depósito de flujo de pómez rico en escoria con variaciones verticales; en sección delgada se diferencia por la presencia de pumíticos hialinos. La Toba Santa Rosa es una ignimbrita con variaciones verticales; la diferencia petrográfica está delimitada por clastos de clinopiroxeno, ortopiroxeno, apatito y pumíticos hialinos. La Toba La Casona es representada por dos depósitos de flujo de pómez ricos en líticos que en microscopía son predominantes los clastos de clinopiroxeno, ortopiroxeno, apatito y escoria hialina. La Toba Cuajiniquil es el depósito de un flujo de pómez blocoso, cuyas características bajo la luz polarizante son líticos no reconocibles, escoria hialina y pumíticos hialinos. La Litofacies Monte del Barco, forma parte de la Toba Río Colorado, sin embargo, en el presente estudio se reconoce como una ignimbrita con variaciones verticales y petrográficamente contiene apatito y pumíticos hialinos. La Toba Río Colorado es dividida en dos ignimbritas con variaciones verticales; al microscopio son importantes para su identificación la presencia de clinopiroxeno, apatito, pumíticos hialinos y escoria hialina. La Toba Cañas presenta dos depósitos de flujos de pómez microscópicamente diferentes. Por último, la Toba Montenegro es una ignimbrita con variaciones verticales y en sección delgada son importantes el clinopiroxeno, apatito, líticos no reconocibles y pumíticos hialinos. Desde el punto de vista químico la Formación Bagaces varía de composición traquidacítica a riolítica en una serie calcoalcalina. Las Lavas Pelón de la Bajura son rocas poco estudiadas con fenocristales de plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno, opacos y apatito, cuya principal característica textural es la variación del contenido de fenocristales, microfenocristales y microlitos. Dentro del contexto del noroeste de Costa Rica se encontró una afinidad petrográfica entre la Formación Bagaces y la Formación Cañas Dulces. La elaboración un estudio geoquímico y petrológico de ambas formaciones es de gran importancia para el esclarecimiento de la génesis y proveniencia de los flujos piroclásticos asociados a la Formación Bagaces.

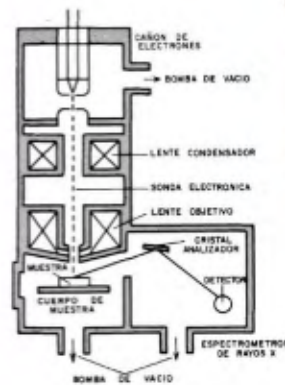
PALABRAS CLAVE: Petrografía, estratigrafía, Bagaces, Pelón de la Bajura, clinopiroxeno, ortopiroxeno, depósito piroclástico, microsonda, Guanacaste.

Abstract

The base of the current Guanacaste Volcanic Range is formed by a sequence of Plio-Pleistocene volcanic rocks, associated with the Bagaces Formation and the Pelón de la Bajura Lavas. This study includes the petrographic description of sixteen borehole cores (2201 m), stratigraphic field sections and the analysis of 130 thin sections, some of which were selected for chemical analysis. The Bagaces Formation includes explosive pyroclastic events and intercalated sedimentary rocks. It could be separated in 16 different units based on the abundance of the main components (pumice, crystals and lithics). Alto Mirador Tuff is an ignimbrite with pumice lenses and microscopic clinopyroxene, non-recognizable lithics, crystalline lavas and hyaline pumice. Potrerillos Tuff is a pumice and scoria-flow deposit defined in this study whose vertical variations include clinopyroxene, orthopyroxene, recrystallized lithics and hyaline pumice. Limbo I Tuff is composed of two pumice-flow deposits that present clinopyroxene, orthopyroxene, apatite, recrystallized lithics, hyaline scoria and crystalline pumice. Sandillal Tuff is a pumice-flow deposit with vertical variations and is characterized by the presence of clinopyroxene and vitric fragments. Rama de Nance Tuff is an ignimbrite with frequent crystalline scoria, hyaline pumice and vitric fragments. Pan de Azúcar Tuff is a pumice-flow deposit with vertical variations, enriched in scoria and clinopyroxene, apatite, lava microlites and hyaline scoria can be identified at a microscopic level. Limbo II Tuff is a two deposit ignimbrite with predominance of clinopyroxene, apatite, non-recognizable lithics and hyaline scoria and pumice. Mata de Caña Tuff includes three pumice-flow deposits, all of them with your micropetrographic affinity. Poza Salada Tuff is a scoria rich pumice-flow deposit with vertical variations, the presence of hyaline pumice is the main microscopical difference. Santa Rosa Tuff is an ignimbrite with vertical variations, petrographically differentiated by clinopyroxene, orthopyroxene, apatite and hyaline pumice clasts. La Casona Tuff groups two lithic rich pumice-flow with predominance of clinopyroxene, orthopyroxene, apatite and hyaline scoria. Cuajiniquil Tuff is a blocky pumice-flow deposit whose characteristic is the presence of no recognizable lithics and hyaline scoria and pumice. Monte del Barco lithofacies is a part of Río Colorado Tuff, however in this study is recognized like an ignimbrite with vertical variations as with apatite and hyaline pumice. Río Colorado Tuff is divided in two ignimbrites with vertical variations. At microscopy are important for your identification the presence of clinopyroxene, apatite and hyaline scoria and pumice. Cañas Tuff presents two microscopically different pumice-flows deposits. Finally, Montenegro Tuff is an ignimbrite with vertical variations and clinopyroxene, apatite, non-recognizable lithics and hyaline pumice observed in thin section. Chemically, the pumices exhibit compositions from trachydacites to rhyolites in a calc-alkaline series. The Pelón de la Bajura Lavas are less-studied effusive rocks with phenocrysts of plagioclase, clinopyroxene, orthopyroxene, opaques and apatite, their main textural characteristic is the content variation of phenocrysts, microphenocrysts and microlites. In the framework of Costa Rica's northwest area geological context, the Bagaces Formation shows an affinity with the Cañas Dulces Formation, and a detailed geochemical/petrological study of both units may clarify if both formations have a common origin.

KEYWORDS: Petrography, stratigraphy, Bagaces, Pelón de la Bajura, clinopyroxene, orthopyroxene, pyroclastic deposit, microprobe, Guanacaste.

Capítulo I. Introducción



Capítulo I. Introducción

Dentro de la cuenca Tempisque se ubican rocas de diferentes firmas y tipos (Figura 1.1). El basamento de esta cuenca lo conforman rocas de afinidad oceánica definidas Complejo de Nicoya (Dengo, 1962). Son agrupadas en este complejo radiolaritas, basaltos, diques, brechas hialoclásticas, gabros y plagiogranitos (Tournon, 1984). Denyer & Gazel (2009) ubican temporalmente dentro del Complejo de Nicoya a rocas de edades mayores a 83 Ma.

Seguido del basamento se reconoce una cobertura sedimentaria desde el Cretácico hasta el Mioceno Inferior. La parte Inferior de esta cobertura se compone de sedimentación pelágica con aporte terrígeno (Formación Sabana Grande) ubicada temporalmente del Coniaciano al Campaniano (Astorga, 1987; Flores, 2003; Bandini *et al.* 2008); y sedimentos carbonatados que conformaron facies litorales hasta neríticas (formaciones El Viejo y Santa Ana), del Campaniano Medio al Maastrichtiano (Schmidt-Effing, 1974; Denyer *et al.*, 2014).

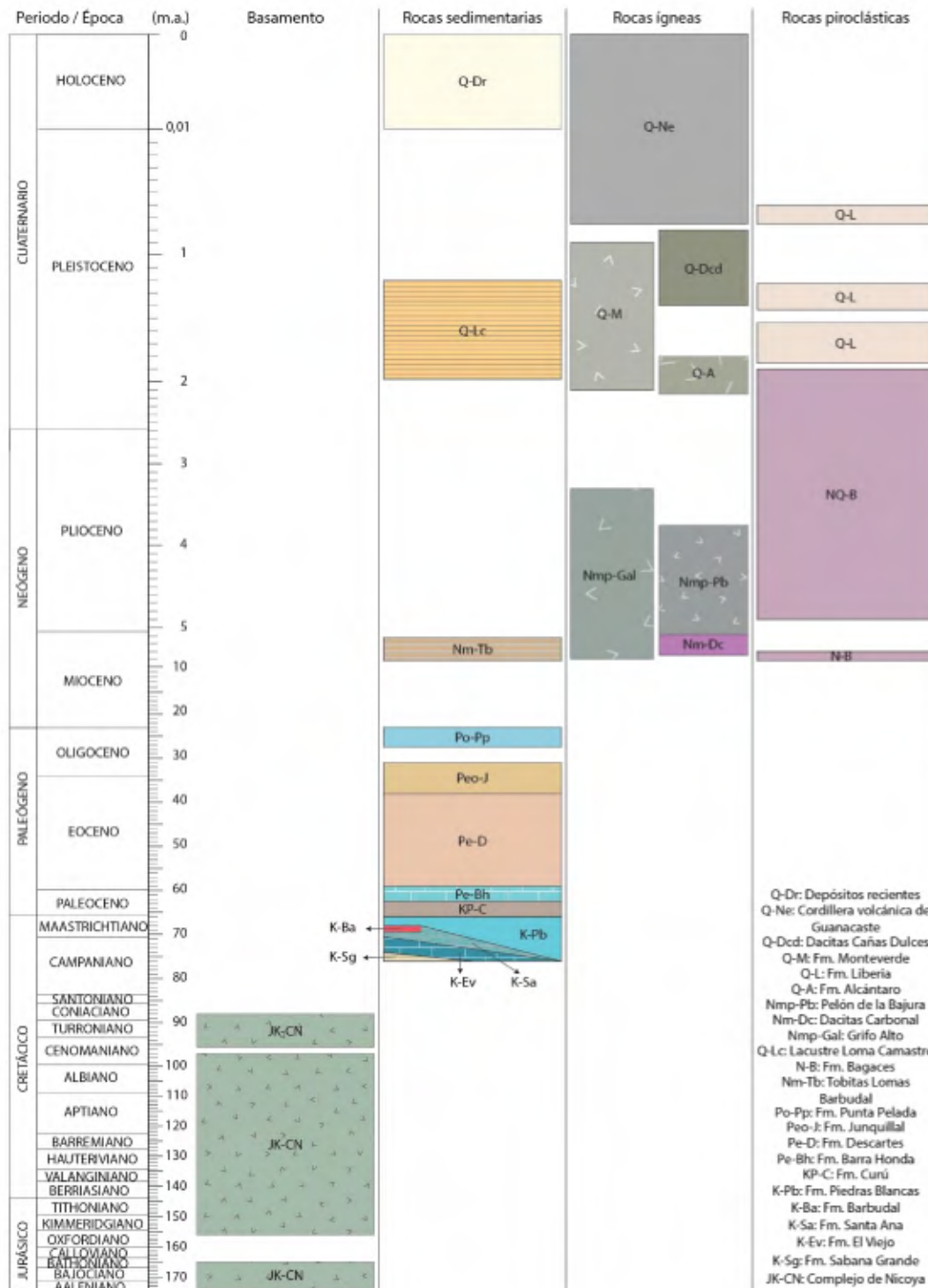


Figura 1.1 Contexto geológico de la Cuenca Tempisque

Estratigráficamente después de la cobertura pelágica, hubo un proceso de emersión del Complejo de Nicoya (Rivier, 1983), que dio paso a la depositación de sedimentos carbonatados de origen hemipelágico (Formación Piedras Blancas), con una edad Campaniano – Maastrichtiano (Denyer *et al.* 2014); y la erosión del basamento (Formación Barbudal) del Campaniano Inferior (Rivier, 1983; Flores, 2003).

Sobreyaciendo estas rocas se encuentra una secuencia de origen turbidítico, depositada por gravedad (Formación Curú), ubicada del Maastrichtiano Medio/Superior al Paleoceno Superior (Astorga, 1987); y una secuencia carbonatada con diferentes sistemas depositacionales: Plataforma abierta, plataforma interna y plataforma retrogradacional (Formación Barra Honda), del Paleoceno Superior (Calvo, 1987; Denyer *et al.*, 2014). Sobre esta última secuencia se depositaron sedimentos turbidíticos volcanoclásticos y carbonatados (Formación Descartes) de edad Paleoceno Superior – Eoceno Inferior (Dengo, 1962; Astorga, 1987; Pizarro, 1993).

Previo al cese en la depositación de sedimentos en la cuenca Tempisque, esta atravesó un proceso de somerización (Formación Junquillal) durante el Oligoceno (Denyer *et al.* 2014; Andjic *et al.* 2016) y el desarrollo de plataformas someras de energía variable entre mediana y alta (Formación Punta Pelada), datadas del Oligoceno Superior al Mioceno Inferior según su contenido fosilífero (Dengo, 1962; Baumgartner *et al.*, 1984; Sprechamnn *et al.*, 1993; 1994; Baumgartner-Mora *et al.*, 2008).

Posterior al hiato (*gap*) en la depositación sedimentaria sobre la cuenca Tempisque, se desarrolló una amplia cobertura de materiales volcánicos, con materiales sedimentarios subordinados, denominados por Dengo (1962): Campo Volcánico de Guanacaste, para referirse a los productos volcánicos de la cordillera volcánica de Guanacaste y su predecesora, y lo divide en la Sierra Volcánica de Guanacaste y en la Meseta Volcánica de Santa Rosa. El primero para referirse a los estratovolcanes activos de la cordillera y el segundo para agrupar los depósitos piroclásticos producto de la pre-cordillera (formaciones Bagaces y Liberia).

Antes del inicio de la actividad volcánica se presenta un evento sedimentario local de origen marino somero (Tobitas Lomas Barbudal), que según asociaciones paleontológicas es de edad Mioceno Tardío a Plioceno (Aguilar & Alvarado, 2004). El registro volcánico inicia con la transición del eje magmático de Costa Rica (Formación Grifo Alto), ubicado entre 8,7 y 2,97 Ma (Alvarado & Gans, 2012; Denyer *et al.*, 2014). Contemporáneo a este evento efusivo, se emplazaron tres eventos magmáticos diferenciables. El primero de composición dacítica con tendencia a identificarse en el noroeste de Guanacaste (Dacitas Carbonal) de edad media $8,05 \pm 0,009$ Ma (Alvarado & Gans, 2012). El segundo de composición variable de dacítica a basáltica (Lavas Pelón de la Bajura), a cuyos cuerpos lávicos se les asume un origen fisural durante el Plioceno (Chiesa *et al.*, 1994; Gillot *et al.*, 1994). El último evento magmático corresponde con depósitos piroclásticos y sus rocas sedimentarias asociadas (Formación Bagaces), que van desde el Mioceno hasta el Pleistoceno (Alvarado & Gans, 2012).

Durante el Pleistoceno se empezó la conformación de la actual cordillera volcánica de Guanacaste con vulcanismo dacítico (Formaciones Alcántaro y Dacitas Cañas Dulces; Tournon, 1984; Funaioli & Rossi, 1991; Kempter, 1997); las últimas fases de la transición del eje magmático (Formación Monteverde) compuestas por lavas y plataformas andesíticas (Civelli *et al.* 2005; Alvarado, 2009); varias etapas de vulcanismo explosivo (Formación Liberia) de composición dacítica a riolítica (Deering *et al.* 2007); y rocas sedimentarias subordinadas de origen continental (Lacustre Loma Camastro; Barahona *et al.*, 2001).

La etapa final de la cuenca Tempisque se encuentra conformada por las rocas que constituyen los estratovolcanes de la cordillera volcánica de Guanacaste y las rocas asociadas a procesos de erosión actuales.

La Formación Bagaces ha sido objeto de pocos estudios, en general dispersos. Principalmente destacan las tesis de Maestría, llevadas a cabo por estudiantes de la Universidad de Kiel Alemania (David, 2005; Mansor, 2005; Marquardt, 2005; Semm, 2005; Ziegler, 2005) de índole cartográfica y petrológica.

Al ser la Formación Bagaces una compleja sucesión de depósitos piroclásticos y sus rocas sedimentarias asociadas, y estar intercalada con eventos efusivos ha sido redefinida por diferentes autores (Figura 1.2). Primeramente Dengo (1962) describe tobas grises con lacustres asociados. Bohnenberger (1968) involucra dentro de esta formación los depósitos piroclásticos y sus rocas sedimentarias asociadas; además, hace mención de lavas basálticas al sureste de Cañas. Después, Naciones Unidas (1975) la subdivide en: Inferior, Medio y Superior. El Miembro Inferior de lacustre y fluviolacustre, Miembro Intermedio compuesto por ignimbritas, lavas y tobas aglutinadas, y el Miembro Superior conformado por tobas aglutinadas a soldadas.

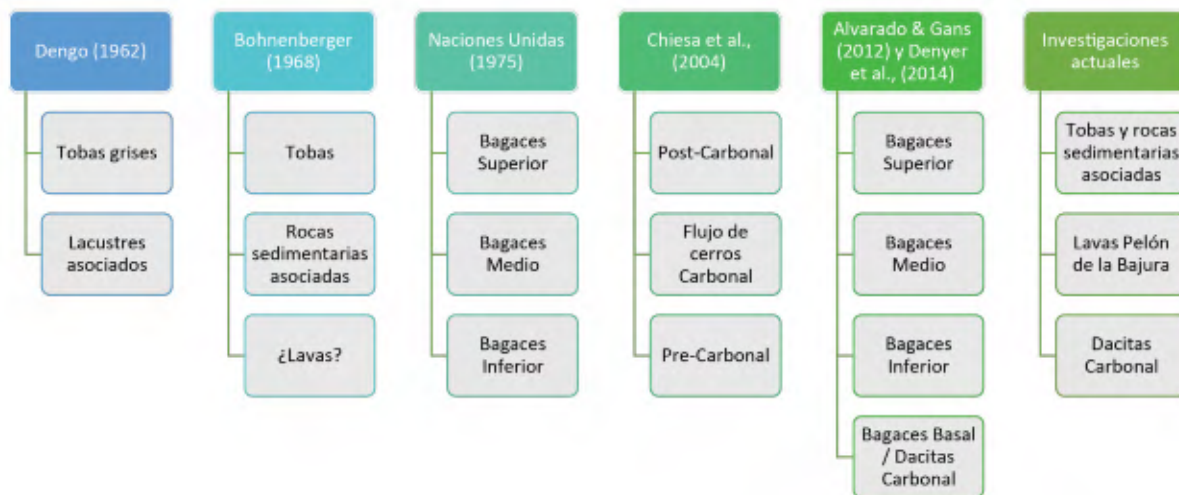


Figura 1.2 Evolución de la Formación Bagaces a través del tiempo

Chiesa *et al.* (2004), reconocen otro evento lávico interdigitado en el noroeste del área de estudio, llamado: Dacitas Carbonal, reordenando los depósitos de la sucesión de eventos piroclásticos de la siguiente manera: Serie de flujos piroclásticos Pre-Carbonal, Flujo cerros Carbonal y Serie de flujos piroclásticos Post-Carbonal.

Por otra parte Alvarado & Gans (2012), retoman y redefinen el arreglo estratigráfico propuesto por Naciones Unidas (1975) con el siguiente detalle: Bagaces Basal o Carbonal, conformado por las Dacitas Carbonal y las rocas piroclásticas infrayacentes; Bagaces Inferior o Barbudal comprendido por coladas de lava e ignimbritas; Bagaces Intermedio o fluvial compuesto por depósitos sedimentarios del paleo-Tempisque y Bagaces Superior, en el cual sólo se ubican rocas piroclásticas.

Denyer *et al.* (2014) y estudios recientes (P. Denyer, com. pers., 2016) separan las Dacitas Carbonal y los eventos efusivos al sureste del área de estudio, nombrados Lavas Pelón de la Bajura,

de esta formación. Por tanto, la Formación Bagaces queda conformada por los depósitos piroclásticos y sedimentarios del Mio-Plioceno y parte del Pleistoceno.

Los depósitos de flujos piroclásticos son materiales volcánicos de gran importancia por la violencia de su emplazamiento y sus implicaciones en relación con el riesgo volcánico. Sin embargo, al ser rocas ígneas poco homogéneas es típico que generen cambios locales y regionales en sus depósitos.

Por tanto, la descripción y clasificación de este tipo de rocas representa un gran problema. La descripción se emplea desde la composición en: Cristaloclastos, para cristales flotantes en la matriz, litoclastos, entre los que se reconocen líticos recristalizados, líticos de otras rocas y líticos juveniles no vítreos, y vitroclastos, dentro de los que se ubican: pómez, escoria y fragmentos de vidrio (Cuadro 1.1). Por otro lado, la clasificación se ve influenciada según sea esta en macroscopía o microscopía. Desde la macroscopía se evidencian las ventajas de una acertada clasificación granulométrica (en escala de afloramiento), descripción representativa y el cálculo adecuado de porcentajes de componentes. Por otra parte desde la microscopía se logra una buena clasificación composicional, un amplio grado de detalle en la descripción y la determinación de indicios petrológicos.

Cuadro 1.1 Diferentes tipos de clastos en rocas piroclásticas

Término	Componentes agrupados
Cristaloclasto	Cristales flotantes en la matriz de una roca piroclástica.
Litoclasto	Líticos recristalizados, de otras rocas y juveniles no vítreos.
Vitroclasto	Pómez, escoria y fragmentos de vidrio.

En este trabajo se describieron los depósitos piroclásticos, posteriores a las Dacitas Carbonal, y las Lavas Pelón de la Bajura desde el punto de vista petrográfico y geoquímico, para establecer las características que dieron paso a su formación durante el Plioceno y parte del Pleistoceno en la vertiente pacífica del norte de Costa Rica.

Objetivos

El objetivo principal del presente estudio es realizar un estudio integral de tipo estratigráfico, petrográfico y geoquímico de las rocas extrusivas de las Formación Bagaces y Lavas Pelón de la Bajura, con el fin de reconstruir su emplazamiento en el Plio-Pleistoceno. Con base en este objetivo general se desarrollaron los siguientes objetivos específicos:

- ↖ Definir las litofacies de las rocas extrusivas a partir de secciones estratigráficas e información de piezómetros; y así conocer a detalle las variaciones verticales de cada depósito piroclástico.
- ↖ Analizar secciones delgadas con el microscopio polarizante para el reconocimiento de rasgos microscópicos distintivos y componentes de las diferentes unidades extrusivas.
- ↖ Interpretar análisis químicos realizados con microsonda electrónica para la determinación de la variación de elementos mayores de cada depósito piroclástico.
- ↖ Comparar el emplazamiento de los flujos piroclásticos de la Formación Bagaces con otros eventos piroclásticos en Costa Rica y rocas contemporáneas, mediante el análisis de los

datos obtenidos y recopilados en esta investigación para lograr una mejor comprensión de las condiciones imperantes en ese periodo.

Ubicación del área de estudio

La Meseta Volcánica de Santa Rosa y por tanto, la Formación Bagaces y las Lavas Pelón de la Bajura, se ubican en la provincia de Guanacaste (Figura 1.3), cubren un área aproximada de 900 km². Geográficamente limita al oeste con el océano Pacífico y la península de Santa Elena, al sur con la península de Nicoya y al noreste con la cordillera volcánica de Guanacaste. Hidrográficamente la se encuentra en la vertiente pacífica y es atravesada por los tributarios de los ríos Sapoá, Tempisque y Bebedero.

El área de estudio presenta una alta accesibilidad ya que, es atravesada por la carretera Interamericana Norte y presenta cercanía con centros poblacionales importantes de los cantones de La Cruz, Liberia, Bagaces y Cañas.

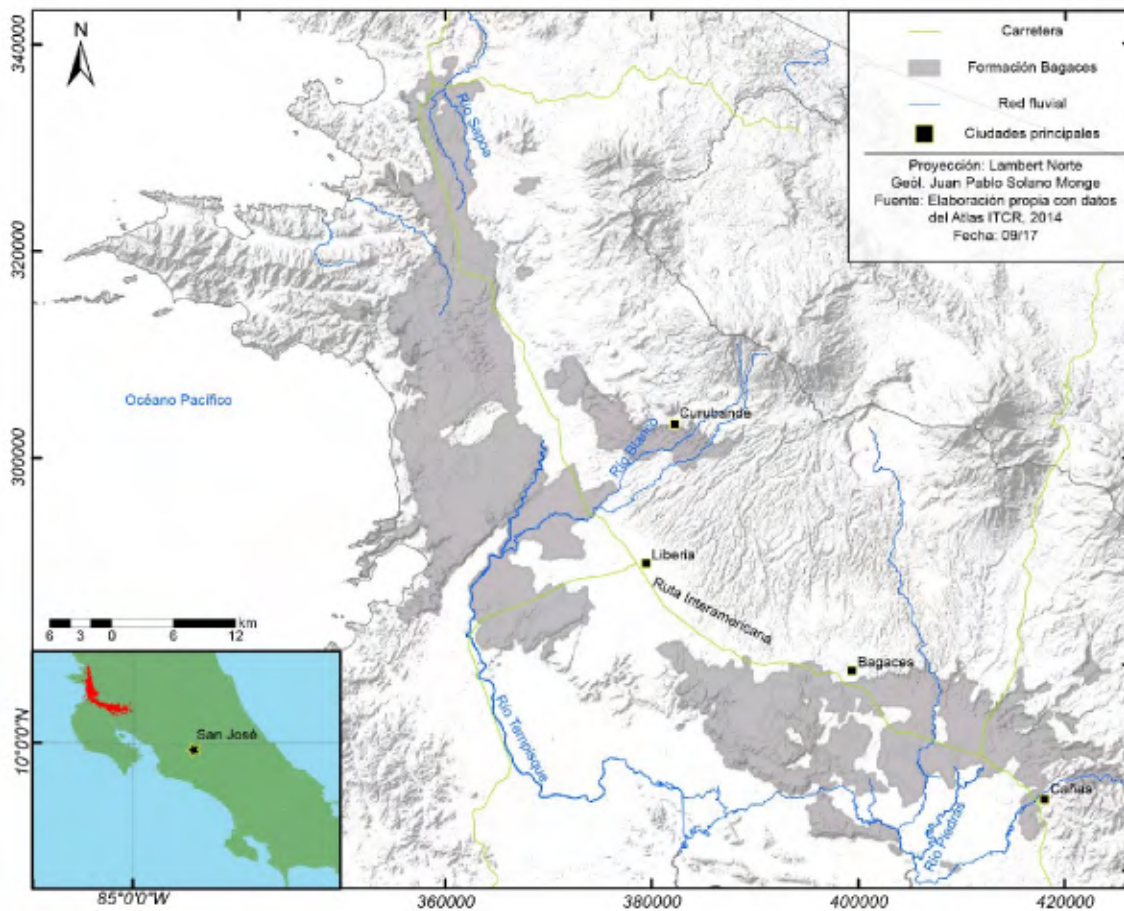


Figura 1.3 Ubicación de la Formación Bagaces

Contexto geotectónico

El contexto tectónico del noroeste de Costa Rica se encuentra compuesto por las placas Coco, Caribe, y la zona de subducción (Figura 1.4).

La cordillera volcánica de Guanacaste y la Meseta Volcánica de Santa Rosa, deben su origen a la subducción de la placa Coco bajo la placa Caribe. Lundgren *et al.* (1999), DeMets (2001) y LaFemina *et al.* (2009) a partir de mediciones de GPS estiman una dirección noroeste y velocidad entre 83,8 y 86 mm/año de subducción de la placa Coco en la zona de estudio. La placa Coco tiene su origen en la dorsal en el océano Pacífico y se ubica a una profundidad aproximada de 42 km bajo la cordillera volcánica de Guanacaste, y la meseta de ignimbritas tiene un espesor aproximado de entre 6 y 8 km (Lücke, 2012; Lücke & Arroyo, 2015).

Por otra parte, la placa Caribe se generó a partir de la fragmentación de la antigua placa Farallón. Presenta un vector de velocidad con dirección suroeste y una velocidad de 7 mm / año (Lundgren *et al.*, 1999; DeMets, 2001). A su vez la zona de subducción posee una dirección preferencial noroeste – sureste.

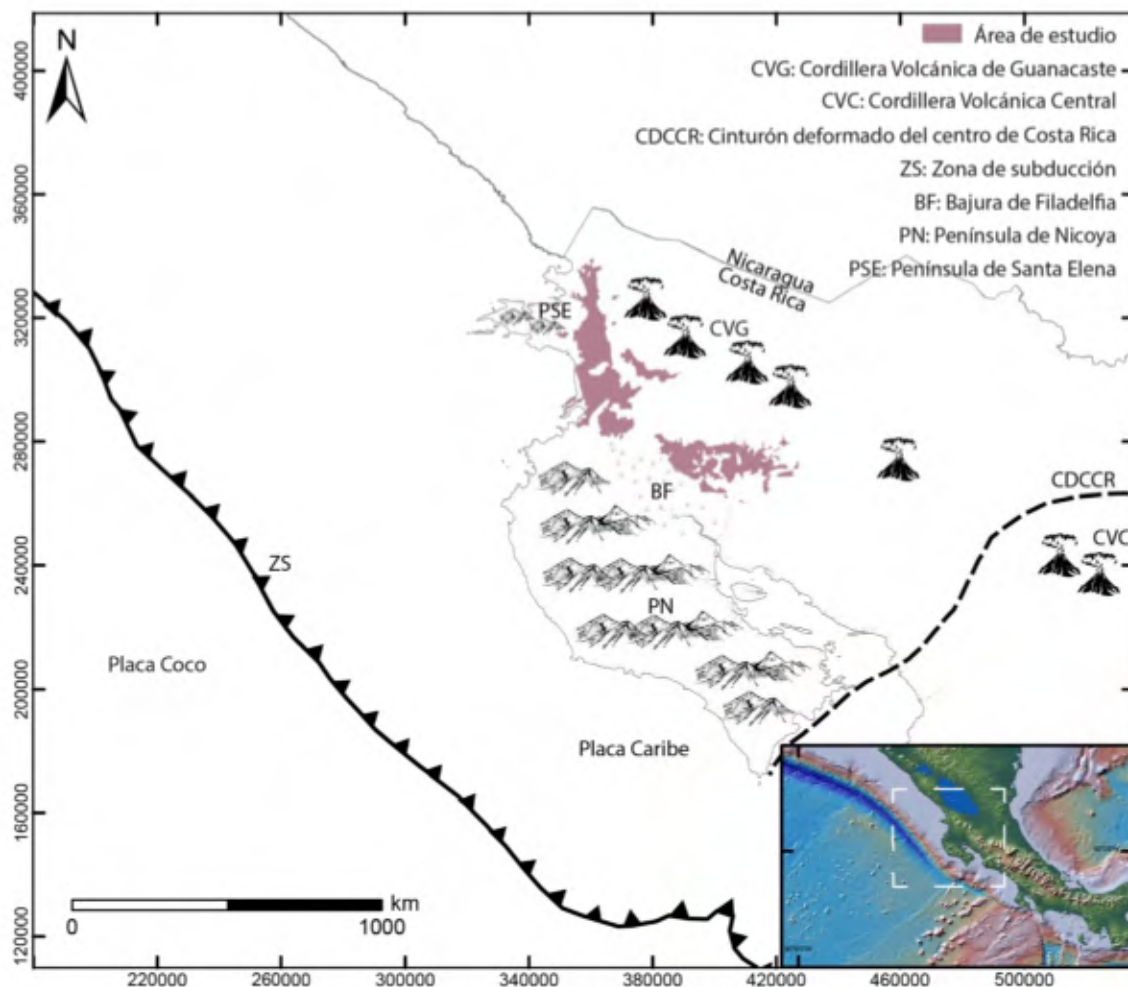


Figura 1.4 Aspectos tectónicos y fisiográficos.

Los aspectos fisiográficos principales de la zona al norte de la península de Nicoya son la meseta volcánica de Santa Rosa, la bajura de Filadelfia, la península de Santa Elena y la cordillera volcánica de Guanacaste (Figura 1.4). Las cimas de los volcanes dentro de la cordillera volcánica de Guanacaste indican una alineación noroeste - sureste, concordante con la zona de subducción y su mayor elevación es de 2028 m s.n.m. (Alvarado, 2008). Los cauces de los ríos en esta cordillera son

controlados por las superficies que resultaron de la acumulación de materiales volcánicos, por lo tanto, se estima que el ciclo de erosión está en una etapa juvenil (Dengo, 1962).

La bajura de Filadelfia es el límite suroeste del área estudiada y se compone de la llanura de inundación del río Tempisque y otros de menor tamaño. Presenta algunas elevaciones con dirección este – oeste, pero en su mayoría es una zona casi plana (Dengo, 1962).

La península de Santa Elena presenta una alineación preferencial este – oeste, y su altura máxima no supera los 700 m s.n.m.

La meseta volcánica de Santa Rosa se ubica dentro de la depresión del Tempisque (Dengo, 1962), se extiende desde el cantón de La Cruz hasta Cañas. Presenta una forma de “J” invertida, con una inclinación preferencial hacia el este franco en su parte Superior y norte franco en su parte Inferior. Esta inclinación puede llegar a ser producto de la dirección de los esfuerzos aportados por la placa Coco durante el proceso de subducción que generan una estructura sinforme cuya parte central se ubica frente al centro poblacional del cantón de Liberia (Bohnenberger, 1968).

Justificación e importancia

La Formación Bagaces ha sido objeto de algunos estudios de tipo petrológico, petrográfico, geocronológico y geoquímico por diversos autores como por ejemplo: Gillot *et al.* (1994); Aiazzi *et al.* (2004); Vogel *et al.* (2004); David (2005); Vogel *et al.* (2006); Szymanski (2007); Alvarado & Gans (2012). Además desde el punto de vista estratigráfico ha variado a través de los años y con el aumento en el conocimiento geológico de Guanacaste: Dengo (1962), Bohnenberger (1968), Naciones Unidas (1975), Chiesa *et al.* (1987), las campañas geológicas de 2001 y 2002, Mansor (2005), Marquardt (2005), Semm (2005), Ziegler (2005), Alvarado & Gans (2012) y Denyer *et al.* (2014). Sin embargo, debido a su complejidad y tamaño, los estudios se han desarrollado de forma aislada y no de carácter integral.

Los depósitos piroclásticos representan una difícil tarea en cuanto a su descripción, ya que se emplazan como corrientes de turbidez, afectadas principalmente por gravedad, carga y temperatura. Estas sumadas a condiciones de paleotopografía, desgasificación, compactación, reomorfismo, elutriación, efectos en la zona de cizalla y cambios en el sustrato (Branney & Kokelaar, 2002) causan la variabilidad del depósito en forma vertical y horizontal, dando paso a facies proximales, distales e intermedias, cada una con su respectivo arreglo vertical. Además, la no presencia de una metodología específica para la descripción de rocas piroclásticas representa un problema. A su vez al trabajar con eventos explosivos de gran tamaño y las pocas localidades con afloramientos representativos de las unidades estudiadas, conlleva a la necesidad de la visita de varios sitios para comprender un proceso general.

En esta investigación se logró realizar una caracterización a detalle de los depósitos de flujos piroclásticos en dos enfoques: micropetrográfico con la distinción de los componentes típicos de cada unidad, y estratigráfico con la determinación de una sección ideal para cada unidad, utilizando como base una cartografía y estratigrafía en desarrollo (P. Denyer, com. pers., 2016).

El desarrollo de una caracterización petrográfica a detalle y el conocimiento de las variaciones verticales de los depósitos de flujos piroclásticos son de importancia en la prospección

de recursos hídricos y minerales, para la mejora socioeconómica del noroeste de Costa Rica. A su vez la comprensión petrográfica de las formaciones Bagaces y Pelón de la Bajura conforma la primera etapa para la identificación de los procesos de formación de la base de la Meseta Volcánica de Santa Rosa.

Estudios de este tipo pueden llegar a desarrollarse en la Formación Liberia y en los edificios volcánicos actuales de la cordillera volcánica de Guanacaste, con el objetivo de conocer a fondo la historia geológica del arco volcánico desde el Plioceno hasta el presente en el noroeste de Costa Rica.

Antecedentes

La primera investigación en la zona de estudio fue elaborada por Dóndoli (1950), en la cual denominó a las rocas aflorantes como toba gris. Dengo (1962) redefinió la toba gris con el nombre de Formación Bagaces y la describió como compuesta por unidades de tobas con fragmentos de pómez y líticos en una matriz vítrea aglutinada. Asimismo Bohnenberger (1968) describió la formación como una potente sucesión de erupciones volcánicas alternadas con procesos sedimentarios.

El primer estudio de cartografiado y estratigrafía fue de Naciones Unidas (1975) y tuvo como objetivo caracterizar zonas específicas del país con potencial hidrogeológico. En este estudio se dividió a la Formación Bagaces en tres miembros: Inferior, Intermedio y Superior. El Miembro Inferior de origen lacustre y fluviolacustre, el Miembro Intermedio compuesto por ignimbritas, lavas y tobas aglutinadas y por último el Miembro Superior consta de tobas aglutinadas, tobas soldadas y material heterogéneo.

Chiesa (1987), efectuó un estudio de la cordillera volcánica de Guanacaste y alrededores, basado en correlación de columnas estratigráficas de perforaciones de pozos, levantamiento de secciones estratigráficas y estudios fotogeológicos; con el fin de determinar unidades regionales. Su conclusión principal es la probable variedad de focos de emisión para las diferentes unidades piroclásticas de la cordillera volcánica de Guanacaste.

En el curso de Campaña Geológica en 2002 (M. Alvarado, 2002; Camacho, 2002; I. Chaves, 2002; J. Chaves, 2002; Gómez, 2002; Murillo, 2002; Vásquez, 2002), se realizaron estudios de índole cartográfico, geotécnico, hidrogeológico, estructural, de recursos naturales y de amenazas naturales, en la zona cercana a bahía Culebra y el golfo de Papagayo. En estos estudios se definieron varias unidades informales: Ignimbritas Estero Palmares, Areniscas Volcaniclásticas Cartaga, Ignimbritas Nacascolo e Ignimbrita Negra Papagayo. Estas unidades corresponden con la Formación Bagaces.

Chiesa *et al.* (2004), realizaron una “Breve reseña sobre la geología de los parques nacionales Santa Rosa y Guanacaste”. En este estudio regional se propuso la siguiente división:

- ↙ Rocas ofiolíticas de Santa Elena
- ↙ Unidades de rocas sedimentarias
- ↙ Unidades de rocas piroclásticas de Santa Rosa
- ↙ Lavas Las Lomas
- ↙ Macizo volcánico Orosí – Cacao

Las rocas piroclásticas de Santa Rosa fueron divididas a su vez en cuatro unidades: Serie de flujos piroclásticos Pre-Carbonal, Flujo Cerros Carbonal, Serie de flujos Post – Carbonal y Flujo de pómez rica en biotita del Río Liberia.

En este mismo año Aiazzi *et al.* (2004), presentaron la geología de la hoja Cañas y dividieron la Formación Bagaces en dos miembros, el Miembro Inferior o Flujos Soldados, constituido de ignimbritas con disyunción columnar intercaladas con depósitos epiclásticos y Miembro Superior o Flujos Pumíticos no Soldados, conformado por ignimbritas intercaladas con paleosuelos y depósitos de oleadas piroclásticas.

En 2005 se llevaron a cabo varios estudios, de estratigrafía y cartografiado geológico, la mayoría de estos en el parque nacional Santa Rosa (Mansor, 2005; Marquardt, 2005; Ziegler, 2005), donde emplearon la propuesta estratigráfica de Chiesa *et al.* (2004). Con base en esta, realizan un detalle en la Serie de flujos Post – Carbonal, dividido en seis unidades diferentes: Laguna El Limbo I, Laguna El Limbo II, Poza Salada, Santa Rosa, La Casona y Río Colorado. También, llevaron a cabo un estudio petrográfico el cual, se basó en determinar la proveniencia de las unidades Poza Salada, Santa Rosa y La Casona.

Semm (2005) realizó un cartografiado geológico entre los cantones de Cañas y Bagaces. En él describió cuatro unidades asociadas a la Formación Bagaces: Montenegro, Sandillal, Unidad Cañas y Río Tenorio, además, ubicó un nivel epiclástico entre las unidades Sandillal y Cañas. El estudio radicó en descripciones macroscópicas de campo y de afloramiento. Además, a partir de los tamaños de pómez, líticos, y espesores de las unidades fijó su proveniencia.

A su vez se han desarrollado estudios de cartografía geológica a pequeña escala como el de Herrera & Vargas (2012) en los alrededores de Bahía Culebra. Sin embargo, en el caso de la Formación Bagaces emplean la estratigrafía de la Campaña Geológica del 2002.

Alvarado & Gans (2012), recopilaron todas las dataciones de rocas volcánicas de Costa Rica. Con base en estas proponen la siguiente división estratigráfica para la Formación Bagaces: Bagaces Basal o Carbonal, compuesto de las Dacitas de Carbonal e ignimbritas infrayacentes, Bagaces Inferior o Barbudal, conformado por coladas de lava e ignimbritas, Bagaces Intermedio o fluvial, comprendido por depósitos sedimentarios del paleo Tempisque, y Bagaces Superior.

El estudio más reciente de cartografiado ejecutado es el de Denyer *et al.* (2014) para la propuesta cartográfica para la península de Nicoya; en el cual empleó la estratigrafía definida por Alvarado & Gans (2012).

El estudio cronoestratigráfico de Gillot *et al.* (1994) propone un modelo de actividad magmática, dividiendo el vulcanismo en dos secciones *Guanacaste Ignimbrite – Plateau y Cordillera de Tilarán – Arenal volcano*. Asignaron la Formación Bagaces a la Plataforma Ignimbítica de Santa Rosa, caracterizada como ignimbritas de composición andesítico – dacítica interrumpidas por depósitos sedimentarios, flujos de lava y paleosuelos ocasionales, asignándole un volumen de $100 \pm 40 \text{ km}^3$. El modelo propone que desde el Mioceno el sector de la cordillera volcánica de Guanacaste no sufrió un proceso de levantamiento como la zona sur, en cambio se dio subsidencia y evolucionó a un vulcanismo más silíceo (Fm. Liberia) con actividad efusiva (Fm. Monteverde).

Igualmente, la presencia de vulcanismo rico en sílice ha sido tema de controversia debido al tipo de corteza que conforma el bloque Chorotega. Vogel *et al.* (2004) plantearon la posibilidad de que el bloque Chorotega fuese considerado como corteza continental y no como corteza oceánica modificada, a partir de datos geoquímicos y petrológicos. Dentro de las evidencias están la presencia visible de plutones ácidos en la cordillera de Talamanca, vulcanismo ácido en la zona norte del país e ignimbritas con altos contenidos de sílice en Guanacaste y el centro de Costa Rica. Concluyen, que se trata de una corteza oceánica modificada, con evidencia en la cordillera volcánica de Guanacaste de la presencia de vulcanismo unimodal con alto porcentaje de sílice, producto de mezcla de magmas de composición básica a intermedia con plutones como el expuesto en la cordillera de Talamanca.

Vogel *et al.* (2006) analizaron la geoquímica en los productos volcánicos del frente volcánico centroamericano, con el objetivo de encontrar las génesis de los magmas ricos en sílice, provenientes de los bloques Chortis y Chorotega. Estos estudios revelaron que la composición de lavas varía de máfica a intermedia, mientras que los depósitos piroclásticos son más enriquecidos en sílice. Por otra parte, el análisis de tierras raras indica la presencia de fluidos en la cuña astenosférica. Los estudios isotópicos muestran un aporte de sedimentos creciente en el tiempo desde el Mioceno, así como fraccionamiento de magmas primitivos hacia el centro de Costa Rica, metasomatismo en el bloque Chorotega y contaminación del magma por medio de la corteza en el bloque Chortis y una evolución creciente hacia la continentalización del bloque Chorotega. Este estudio sugiere que la presencia de magmas ricos en sílice en el norte de Costa Rica se debe a procesos de mezcla parcial de magmas básicos con plutones ácidos, mientras que cerca de Guatemala son producto de magmas básicos contaminados con la corteza de edad mayor a Paleozoica.

En esta misma línea Linkimer *et al.* (2010) a partir de información sismológica analizaron la profundidad del Moho bajo el terreno Mesquito, dentro del cual se ubica la Formación Bagaces. Mediante el cálculo de la profundidad y la razón V_p/V_s determinaron que bajo el golfo de Papagayo el espesor de corteza (~42 km) es cercana al doble de la típica a consecuencia del *Caribbean Large Igneous Province* (CLIP). Este espesor lo confirman con la variación en el valor de V_s a 0,5 – 1 km/s, típico del manto terrestre. Concluyen que la presencia de grandes volúmenes de productos volcánicos silíceos, el cambio en las velocidades sísmicas y el espesor de la corteza apoyan la idea del proceso de formación de una nueva corteza continental.

Otras importantes investigaciones petrológicas fueron realizadas por David (2005) y Szymanski (2007). El primero efectuó una caracterización petrológica de la Formación Bagaces con base en la estratigrafía propuesta por Chiesa *et al.* (2004) y el detalle en la Serie de flujos Post – Carbonal propuesto por Marquardt (2005), Mansor (2005) y Ziegler (2005). La conclusión principal fue la afinidad de los cuerpos lávicos de la Cordillera Volcánica de Guanacaste con la Serie de flujos Post – Carbonal, y el contraste con la Formación Tiribí en el centro de Costa Rica. Esta diferencia la atribuye a un mayor aporte de sedimentos al *slab* en el sector noroeste del país.

Por otra parte, Szymanski (2007) describió algunas unidades de la Formación Bagaces, desde el cantón de Cañas hasta Bahía Culebra, para así explicar su origen y evolución, con el fin de determinar si se trata de una corteza oceánica modificada o una incipiente corteza continental. Primeramente, determinó seis diferentes unidades para la Formación Bagaces en base a criterios de campo: Barbudal Canal, Guardia, Hacienda Ciruelas, Pan de Azúcar, Papagayo y Tajo Pelón, sin embargo, no desarrolló un orden estratigráfico. Llevó a cabo estudios de tipo petrográfico,

mineralógico y geoquímico para determinar la relación genética entre las unidades Pan de Azúcar y Papagayo y la presencia o no de mezcla de magmas en la Unidad Papagayo. Además, determinó que las unidades 3 y 4 de Barbudal Canal y Tajo Pelón no se correlacionan con las restantes, las cuales sí están emparentadas y provienen de una misma cámara magmática. Szymanski (2007), propuso además un modelo de mezcla de magmas en la corteza baja para explicar la génesis de un vulcanismo silíceo.

Marco teórico

Algunos aspectos relevantes a tomar en cuenta para la presente investigación son: aspectos acerca de las ignimbritas, soldamiento, facies de cristalización y microsonda electrónica.

Aspectos acerca de la nomenclatura de rocas piroclásticas

A lo largo del tiempo se han empleado diversos términos en la nomenclatura de los flujos piroclásticos y se enumeran a continuación.

Marshall (1935) fue el primero en emplear el término ignimbrita, para referirse a rocas producto de un proceso eruptivo común en el cual, debido a la temperatura los clastos son adheridos entre sí. Además, las caracteriza como rocas coherentes de textura fina uniforme, con disyunción columnar pronunciada y textura eutaxítica en microscopía, así como ausencia de capas.

Seguidamente, Smith (1960) introdujo el término *ash flow* como una clasificación granulométrica para un flujo piroclástico. Dentro de este incluye términos genéticos: *tuff flow*, *incandescent tuff flow*, *sand flow*, *pumice flow*, *scoria flow*, *block and ash flow*, *gas and ash flow*, *hot ash flow*, *glowing avalanche*, *deposits of the St. Vicent vertical type*, *deposits of the Nueé Ardente du katmaiennes*, *deposits of the Valley of Ten Thousand Smokes type*, *Aso lava*, *ignimbritem Hai ishi*, *tuff lava*, *welded tuff*, *welded mud lava*, *schmelatuff*, *piperno*, *shirasu* y *sillar*. Al ser un término para referirse al proceso y no al depósito Ross & Smith (1961), definen los términos *ash flow* y *ash flow tuff*, el primero para hacer mención al proceso y el segundo para el depósito. Por lo tanto, un *Ash flow* se refiere a la mezcla turbulenta de gas y materiales piroclásticos de alta temperatura, expulsados de forma explosiva de un cráter o una fisura, que viajan por la ladera de un volcán a través de una superficie. Mientras que se denomina *Ash flow tuff* a los depósitos consolidados de un *ash flow*.

Sparks *et al.* (1973), redefinen el término ignimbrita, como una roca piroclástica compuesta predominantemente de material juvenil vesicular (pómez y trizas vítreas – *shards*), con evidencias que indican un origen por flujo piroclástico.

Similar a la definición de Sparks *et al.* (1973), Walker (1983), describe una ignimbrita como un depósito piroclástico compuesto predominantemente de material pumíceo, con evidencia de haber sido emplazado a través de un flujo caliente y seco.

Por otra parte, Cas & Wright (1987) dividen los depósitos de flujos piroclásticos en depósito de flujo de pómez o ignimbrita, depósito de flujo de escoria y depósito de flujo de ceniza y bloques.

Branney & Kokelaar (2002), introducen el término corriente de densidad piroclástica, definido como: mezclas de gas y partículas volcánicas heterogéneas que fluyen de acuerdo a su densidad y la gravedad terrestre. Incluyen dentro de este término ignimbritas (*pumice flow*), depósitos de oleadas piroclásticas y flujos de bloques y ceniza (*ash and block flow*).

Por último, Brown & Andrews (2015) redefinen los conceptos de ignimbrita y corriente de densidad piroclástica. Ignimbrita: corriente de densidad piroclástica compuesta de proporciones variables de pómez, ceniza y líticos, usualmente usados para depósitos formados durante erupciones explosivas de gran tamaño. Corriente de densidad piroclástica: corriente de densidad de gas y partículas derivadas de una erupción caliente que se mueve lateralmente por la tierra.

A partir de las definiciones anteriores se consideran los siguientes aspectos para el presente trabajo (Figura 1.5):

- ↪ Los depósitos de flujos piroclásticos corresponden con tobas de flujo.
- ↪ Los términos *ash flow*, depósito de flujo piroclástico, corriente de densidad piroclástica y toba de flujo se consideran homólogos.
- ↪ Las tobas de flujo se subdividen en tres grupos según su composición en flujo de pómez, flujo de escoria y flujo de ceniza y bloques.
- ↪ Los términos depósito de flujo de pómez e ignimbrita son sinónimos.



Figura 1.5 Clasificación de las rocas piroclásticas con énfasis en las tobas de flujo

Soldamiento

Los estudios acerca del soldamiento tuvieron un gran avance a inicios del siglo XXI. Quane & Russell (2005b) realizaron pruebas de laboratorio con muestras de rocas piroclásticas y materiales análogos, con el fin de conocer los efectos de la temperatura en el soldamiento. El resultado principal de su estudio fue que la temperatura es la variable más importante en el soldamiento, seguida de la carga.

Por otra parte, Gifkins *et al.* (2005) analizaron las texturas de soldamiento en tobas meteorizadas, con el objetivo de conocer las diferencias entre texturas de soldamiento por alteración diagenética y texturas de soldamiento por fábrica de una toba. Los resultados se comparan en el siguiente cuadro:

Cuadro 1.2 Características de la compactación por soldamiento versus compactación por diagénesis

Compactación por soldamiento	Compactación por diagénesis
Trizas vítreas, burbujas y material de la matriz orientados	Trizas vítreas, burbujas y material de la matriz no orientados
Durante la formación los <i>fiammes</i> presentan pérdida de porosidad	Durante la formación, los <i>fiammes</i> presentan solución de componentes por presión, por tanto, se diferencia por presentar disolución parcial en los <i>fiammes</i>
Tienden a presentar una base soldada y un techo no soldado	Contiene fuertes variaciones de soldamiento en la vertical
Los fragmentos deformados tienen una fábrica anastomosada	Los fragmentos deformados tienen una fábrica planar

Con respecto al soldamiento Quane & Russell (2005a), determinan una escala de intensidad de soldamiento con rango entre uno y seis, para ocho variables diferentes. Para esto estudiaron la *Bandelier Tuff*, así como datos de la *Bishop Tuff*, *Apache Leaf Tuff* y *Rattlesnake Tuff*. Esta escala fue obtenida para las siguientes variables: deformación (ϵ), densidad (ρ), densidad normalizada (ρ_n), porosidad (ϕ), carga puntual (*PLST*), compresión uniaxial (*UCS*), índice de aplastamiento (*OB*) y ángulo de fábrica (*FA*). Los valores de las diferentes variables se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 1.3 Rango de soldamiento según variable (Quane & Russell, 2005a)

Rango	ϵ	ρ	ρ_n	ϕ	<i>PLST</i>	<i>UCS</i>	<i>OB</i>	<i>FA</i>
I	<0,31	1,45	<0,60	<0,42	<0,59	<4,4	<0,58	<33,2
II	0,2-0,39	1,25-1,65	0,49-0,67	0,50-0,34	0,28-1,13	1,8-9,8	0,46-0,67	40,4-28
III	0,39-0,47	1,65-1,85	0,67-0,76	0,34-0,25	1,13-2,15	9,8-21,4	0,67-0,74	28-23,7
IV	0,47-0,52	1,85-2,15	0,76-0,88	0,25-0,13	2,15-4,6	21,4-53,2	0,74-0,8	23,7-19,5
V	0,52-0,57	2,15-2,3	0,88-0,94	0,13-0,07	4,6-6,4	53,2-80,2	0,8-0,82	19,5-17,8
VI	>0,57	>2,3	>0,94	>0,07	>6,4	>80,2	>0,82	>17,8

El soldamiento del presente estudio fue cuantificado a partir del índice de aplastamiento (*Oblateness*), definida por Quane & Russell (2005a) y expresada mediante la siguiente fórmula:

$$OB = 1 - c/a$$

Donde c es el ancho y a el largo del pumítico. Los valores de índice de aplastamiento se pueden relacionar directamente al grado de soldamiento de una toba. En el caso de las unidades de

la Formación Bagaces, se realizaron mediciones de fragmentos pumíticos pobres o libres de cristales. Se prefirió realizar las medidas en fragmentos de pumíticos hialinos o pobres en cristales porque el estudio petrográfico demostró poca cantidad de pómez cristalina. Además de las diferencias en los valores de índice de aplastamiento en las tobas que presentan pumíticos cristalinos.

Facies de cristalización

Las facies de cristalización son evidencias texturales de las rocas piroclásticas que aproximan rangos de soldamiento (Streck, 1994). Estas evidencias texturales son divididas en cuatro zonas: fase de vapor, parcialmente desvitrificada, esferulitos y litofisas (Streck & Grunder, 1995), las características de cada zona son descritas a continuación.

- ↖ Zona fase de vapor: Se reconoce por la textura microcristalina, con tamaño variable hasta criptocristalino y textura axiolítica. Indica un rango de soldamiento variable entre dos y cuatro.
- ↖ Zona parcialmente desvitrificada: Esta zona se identifica por tener microcristales y trizas vítreas aplastadas. Muestra un rango de soldamiento entre cuatro y seis.
- ↖ Zona de esferulitos: Es típica en esta zona la presencia de esferulitos. Muestra un soldamiento de rango seis.
- ↖ Zona de litofisas: Es reconocida por la presencia de litofisas, las cuales pueden tener el centro hueco. Muestra un rango de soldamiento entre cinco y seis.

Quane & Russell (2005a) homogenizan la escala de soldamiento con la escala de soldamiento por facies de cristalización propuesta por Streck & Grunder (1995; Figura 1.6).

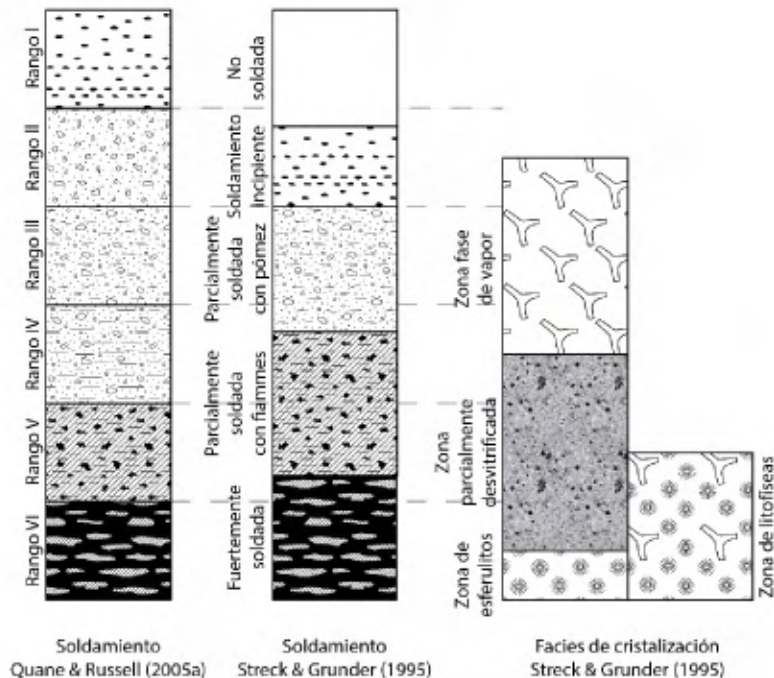


Figura 1.6 Escalas de soldamiento

La caracterización de las tobas de flujo se puede realizar con base en tres criterios: unidades de flujo, unidades de enfriamiento y litofacies. La primera consiste de la división por evento

sucedido. Las unidades de enfriamiento, como lo dice su nombre se dividen por la afinidad en la que se enfriaron los flujos piroclásticos, ya sea por flujos continuos de diferentes temperaturas o un flujo con diferencias en enfriamiento (Smith, 1960). Por su parte, para la división por litofacies se emplea la descripción litológica como principal método. El Cuadro 1.4 agrupa ventajas y desventajas según la división de unidades de un depósito piroclástico.

Cuadro 1.4 Ventajas y desventajas de unidades en las que pueden ser divididas las tobas de flujo

Unidad	Ventajas	Desventajas
Unidad de flujo	↙ Agrupa pulsos petrográficamente similares	↙ Puede generar una gran cantidad de divisiones
Unidad de enfriamiento	↙ Agrupan procesos comunes	↙ Difícil reconocimiento entre unidades de flujo ↙ Pueden agrupar depósitos piroclásticos de diferente composición
Litofacies	↙ Descripción a detalle de los depósitos piroclásticos	↙ Puede agrupar varios pulsos con génesis común

En el presente estudio se considera una primera división por litofacies y un detalle por unidades de flujo.

La microsonda electrónica

A la hora de realizar análisis químicos en depósitos de rocas piroclásticas, un método útil es la microsonda electrónica, esto debido a la naturaleza de estas rocas y su capacidad de incorporar rocas alóctonas al proceso genético según sea su emplazamiento. La microsonda electrónica es un instrumento con el que se pueden hacer análisis químicos a escala microscópica (McSween *et al.*, 2003).

El método para la obtención de valores cuantitativos de elementos mayores, trazas y menores se basa en irradiar la muestra con un haz de electrones. La interacción entre la muestra y los electrones genera rayos X, donde algunos de estos se reflejan en dirección opuesta a la que se dispararon y otros son reflejados con diferentes ángulos; de acuerdo a la longitud de onda de estos últimos es posible aproximar concentraciones de óxidos (Rollinson, 1993).

López (1981) enumera las partes de una microsonda: cañón de electrones, bomba de vacío, lente condensador, sonda electrónica, lente objetivo, cuerpo de muestra, cristal analizador y detector (Figura 1.7).

Metodología

La metodología empleada en la presente investigación se explica mediante la Figura 1.8, seguidamente se detalla cada etapa.

Recopilación bibliográfica

Se recopilaron los datos existentes de petrografía y geoquímica en la Formación Bagaces. Los datos petrográficos para conocer los componentes afines de las unidades previamente estudiadas y la comparación con las características afines obtenidas, y los datos geoquímicos con el fin de adaptarlos y reinterpretarlos en caso de ser posible.

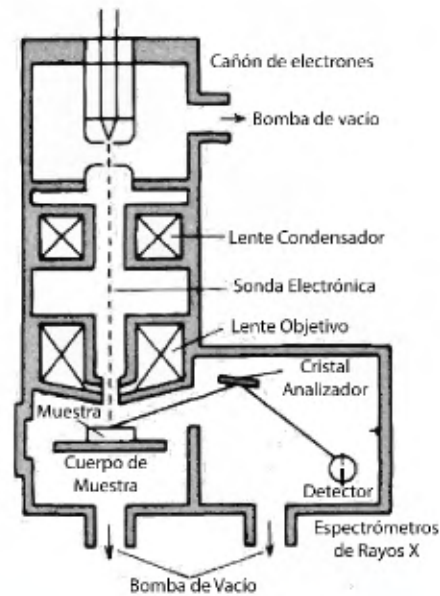


Figura 1.7 Partes de una microsonda electrónica. Modificada de López (1981).



Figura 1.8 Diagrama de flujo metodológico

Trabajo de campo

Se recolectaron un total de 333 muestras en un proceso de dos etapas (Apéndice 1). Una primera de descripción y análisis de piezómetros para el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento (SENARA) en la región Tempisque (2201 m; Apéndice 2) y una etapa final de muestreo y levantamiento de secciones estratigráficas, para el establecimiento de afinidades petrográficas y secciones ideales de cada unidad en estudio (Figura 1.9). A partir del análisis de piezómetros se definieron dos nuevas unidades: Toba Potrerillos y Toba Mata de Caña.

Petrografía de rocas piroclásticas

Se formuló una base para la descripción adecuada de 114 secciones delgadas de rocas piroclásticas. En esta se dividieron los componentes de acuerdo a su composición en cristaloclastos, litoclastos y vitroclastos y su tamaño en ceniza, lapilli y bloques y bombas.

Desde la óptica de las rocas piroclásticas y su microscopía se desarrolló un modelo de descripción enfocado en la composición y no en el tamaño de grano para la identificación de clastos específicos de las unidades. La composición de los depósitos piroclásticos puede variar en líticos no juveniles, mas no así en líticos juveniles, los cuales pueden ser representados por cristaloclastos, litoclastos y vitroclastos.

Las rocas piroclásticas pueden presentar diferentes texturas según las condiciones de enfriamiento y depositación. Sin embargo, las texturas vitroclástica y piroclástica siempre están presentes y son excluyentes entre sí, donde la primera se relaciona a la presencia de trizas vítreas y la segunda a la ausencia de las mismas. Otras texturas específicas de rocas piroclásticas son axiolítica, para referirse a la recristalización de trizas vítreas, y eutaxítica cuando se presentan estructuras de colapso.

Una vez conocida la textura, se agrupan los componentes dentro de cristaloclastos, litoclastos y vitroclastos. Los cristaloclastos son cristales flotantes en la matriz, tienden a encontrarse en fragmentos xenomórficos, debido a que se encuentran condicionados al tipo de transporte que haya sufrido la roca piroclástica, previo a su depositación. En el grupo de los litoclastos se ubican los fragmentos de rocas que pueden o no pertenecer al magma de la erupción, es decir líticos juveniles o no juveniles, entre los que se pueden reconocer: líticos juveniles no vítreos, líticos no reconocibles por recristalización o alteración y fragmentos de otras rocas (ígneas, sedimentarias o metamórficas). Por último, los vitroclastos son fragmentos vítreos agrupados en: escoria, pumíticos y fragmentos de vidrio, que pueden variar de hialinos (sin cristales) a cristalinos y presentar las mismas texturas que otras rocas ígneas.

Petrografía de lavas

Se analizaron 16 secciones delgadas pertenecientes a lavas con un microscopio de luz polarizada.

Selección de muestras para análisis químicos

Se seleccionaron las muestras con pómez sin meteorización, para esto se tomaron en cuenta criterios como: ausencia de recristalización, ausencia de arcillitización e isotropía.

Análisis químicos

Se realizaron mediciones de elementos mayores en fragmentos de pómez previamente seleccionadas, para el conocimiento de la clasificación composicional y diagramas de variación. Estos fueron elaborados en el laboratorio de geología del Museo de Historia Natural de Nueva York, bajo la supervisión del Dr. Kennet Flores, con una microsonda CAMECA SX100 con cinco espectrómetros.

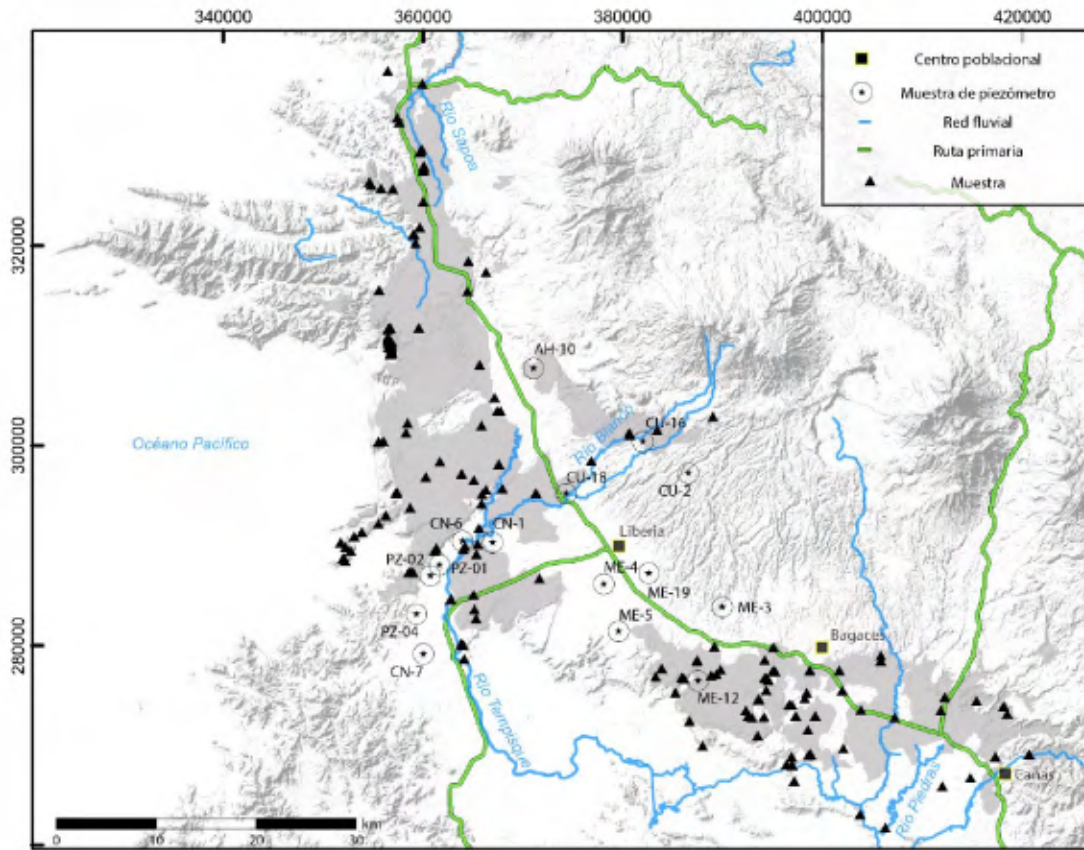


Figura 1.9 Mapa de muestreo

Capítulo II. Tefroestratigrafía



Capítulo II. Tefroestratigrafía

Introducción

La estratigrafía es una rama de la geología con dos enfoques complementarios: uno científico y otro aplicado. El primero está relacionado con la ordenación temporal y la interpretación genética de las rocas, mientras el segundo es afín a la localización de recursos naturales (Vera, 1994). Bajo la definición anterior el presente capítulo se enfoca en la interpretación genética de las unidades en las que se divide la Formación Bagaces. Esta interpretación está basada en las litofacies tipo propuestas para depósitos de flujos piroclásticos por Branney & Kokelaar (2002).

En la cuenca Tempisque sobreyaciendo a las Dacitas Carbonal se emplazaron una gran cantidad de rocas piroclásticas interdigitadas con lavas de la antigua cordillera volcánica de Guanacaste y depósitos sedimentarios de tipo lacustres y epiclastos. Estas rocas son divididas dentro de la formaciones Bagaces, Lavas Pelón de la Bajura y Liberia. En el

presente estudio se dividió la Formación Bagaces en 16 unidades diferentes (Figura 2.1).

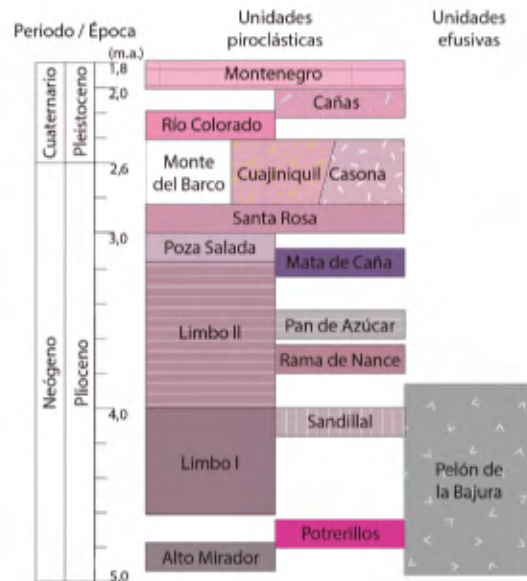


Figura 2.1 Columna cronoestratigráfica de la Formación Bagaces y Lavas Pelón de la Bajura

Metodología

La metodología desarrollada en la elaboración del presente capítulo fue dividida en seis etapas detalladas a continuación.

- ↖ Correlación litológica de piezómetros: Se llevó a cabo la descripción y correlación de 2201 m de núcleos de perforación, correspondientes a piezómetros del proyecto Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento (SENARA – Tempisque; figuras 2.2, 2.3 y 2.4).
- ↖ Análisis de facies: La definición de facies se realizó con base en las litofacies para corrientes de densidad, definidas por Branney & Kokelaar (2002).
- ↖ Selección: Esta etapa se desarrolló con el software *ImageJ* con el uso de imágenes binarias de algunas de las muestras empleadas para la petrografía.
- ↖ Soldamiento: El Soldamiento fue interpretado con base en mediciones de índice de aplastamiento. Este valor fue obtenido mediante mediciones microscópicas en clastos pumíticos hialinos.
- ↖ Análisis de facies de cristalización: Se analizaron las secciones delgadas con el fin de reconocer características de interés para la identificación de facies de cristalización, según Streck & Grunder (1995).

A continuación, se describen las unidades piroclásticas y lavas de las formaciones Bagaces, Pelón de la Bajura y Alcántaro. Esta última se incluye dentro de la tefroestratigrafía debido a su reconocimiento en dos de los piezómetros estudiados, sin embargo, se aclara que esta pertenece a la Formación Alcántaro.

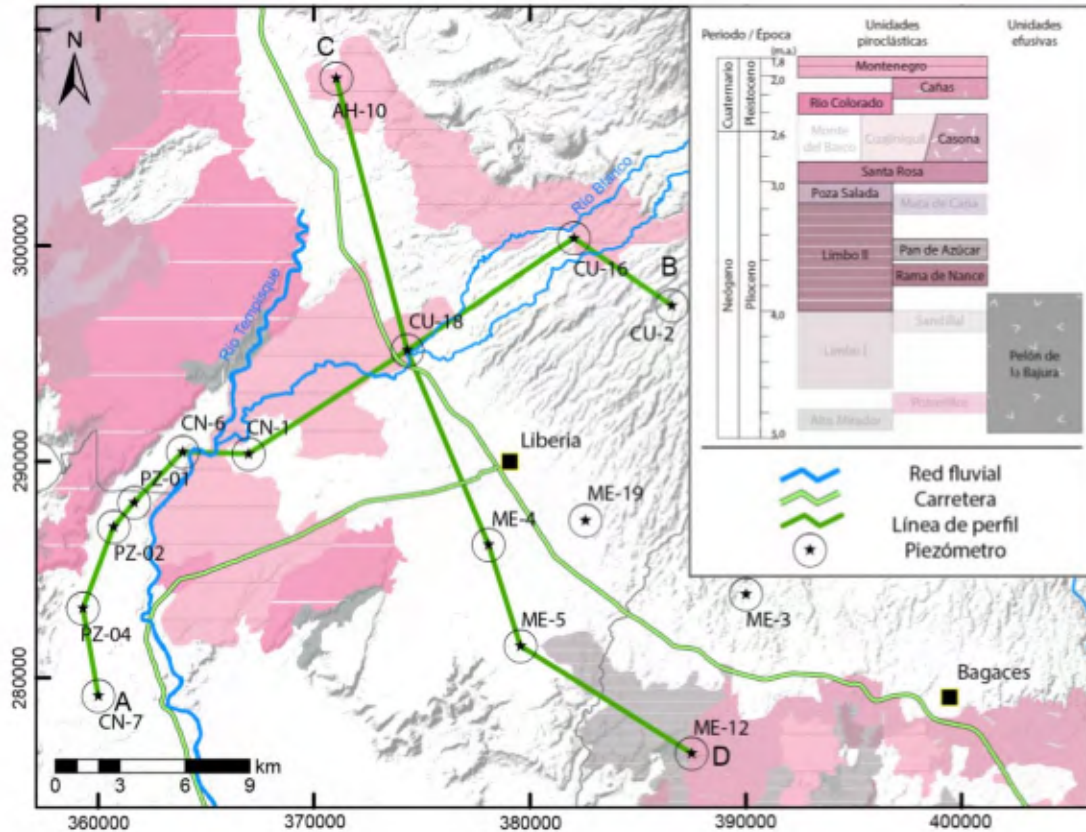


Figura 2.2 Mapa de ubicación de líneas de perfil de correlación

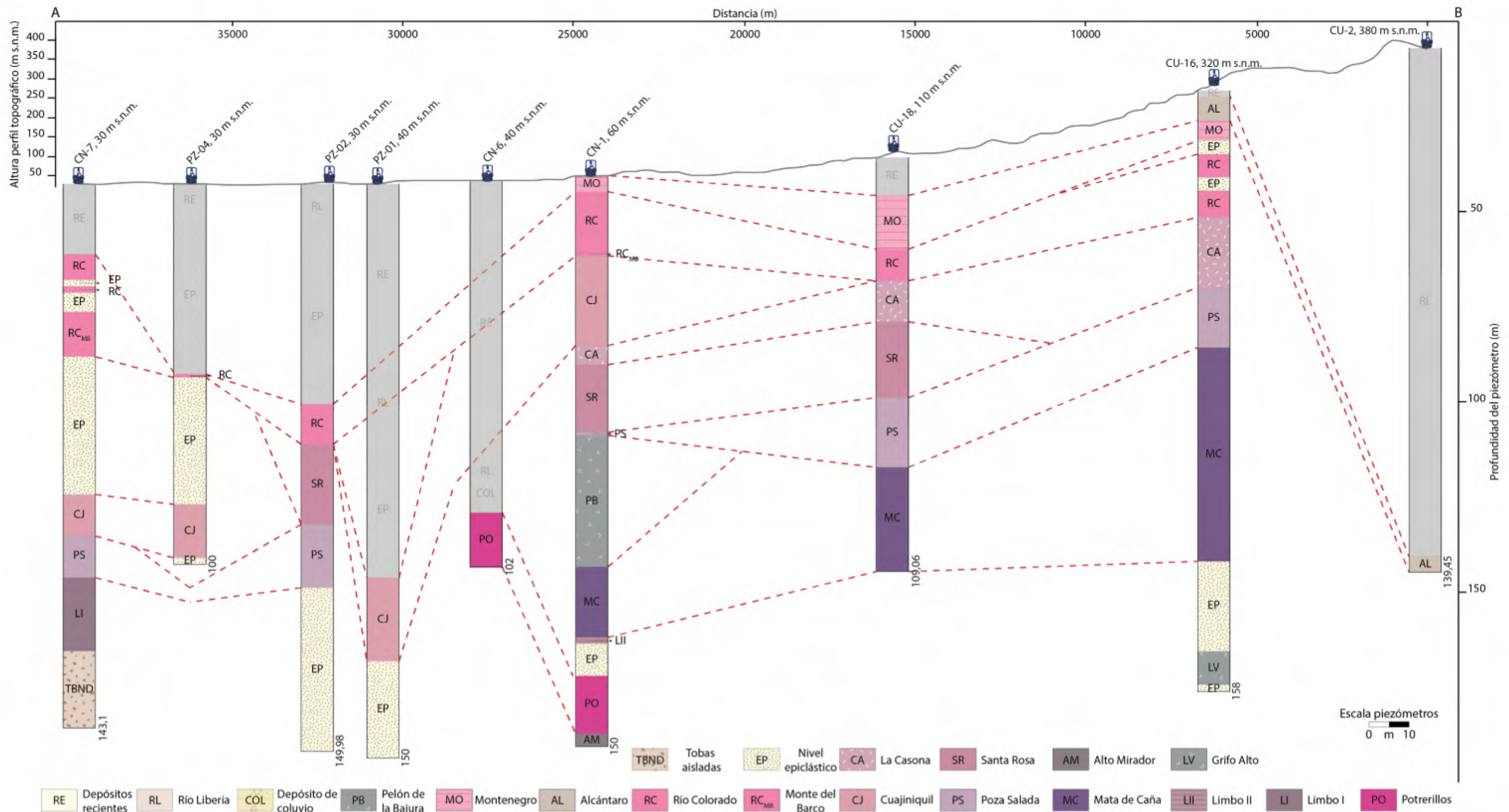


Figura 2.3 Perfil de correlación de piezómetros A-B

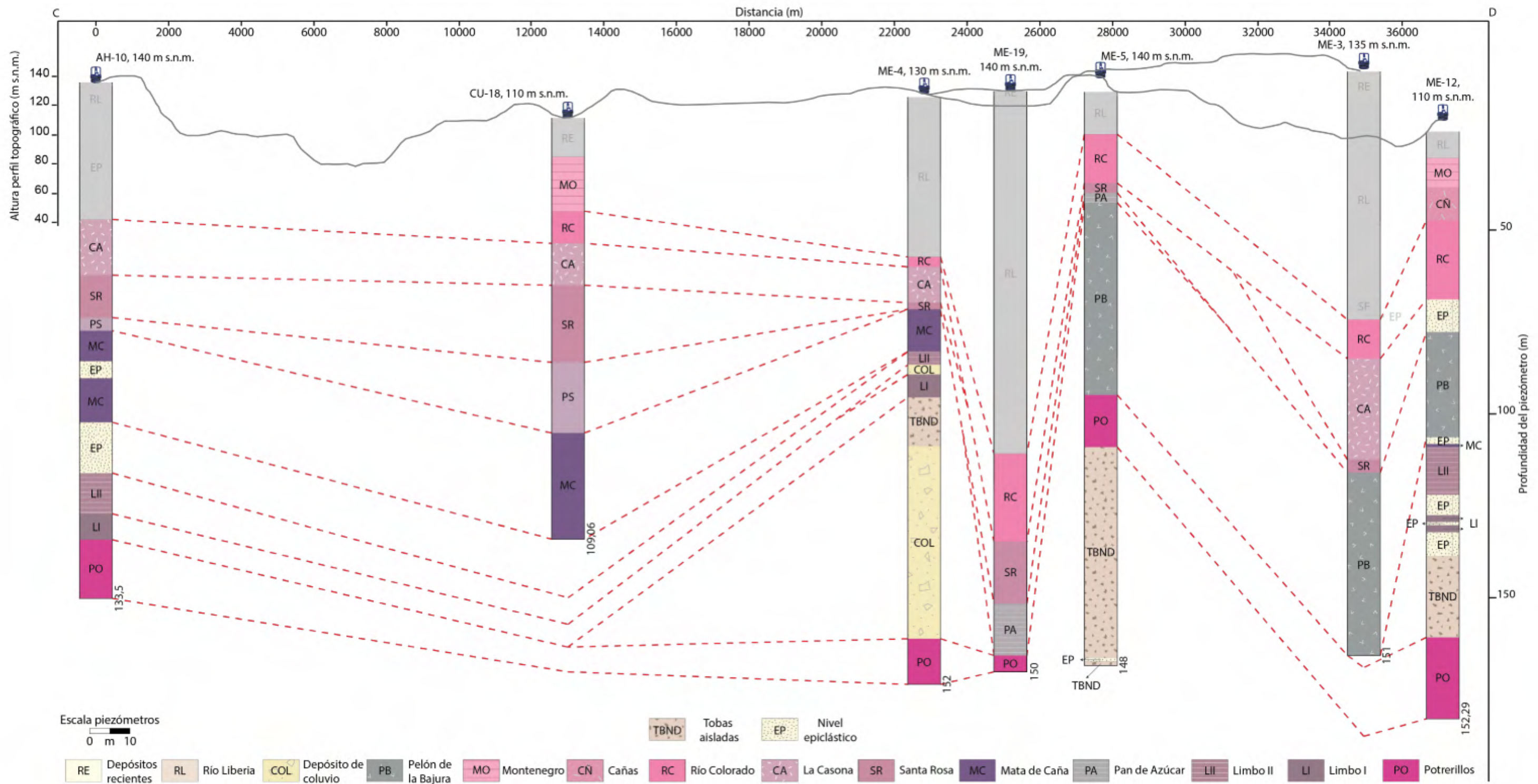


Figura 2.4 Perfil de correlación de piezómetros C-D. Los piezómetros ME-3 y ME-19 fueron proyectados a la línea de perfil.

Formación Bagaces

Toba Alto Mirador

Definida por Szymanski (2007) como la Unidad Tajo Pelón, compuesta por dos depósitos de flujos de pómez y dos unidades epiclásticas. En el presente estudio se reconoce dentro de esta unidad a una toba rosada con lentes de pómez. Comprende la base de la Formación Bagaces y fue reconocida en el piezómetro CN-1 y en afloramientos aislados hacia el oeste de Cañas (Figura 2.5).

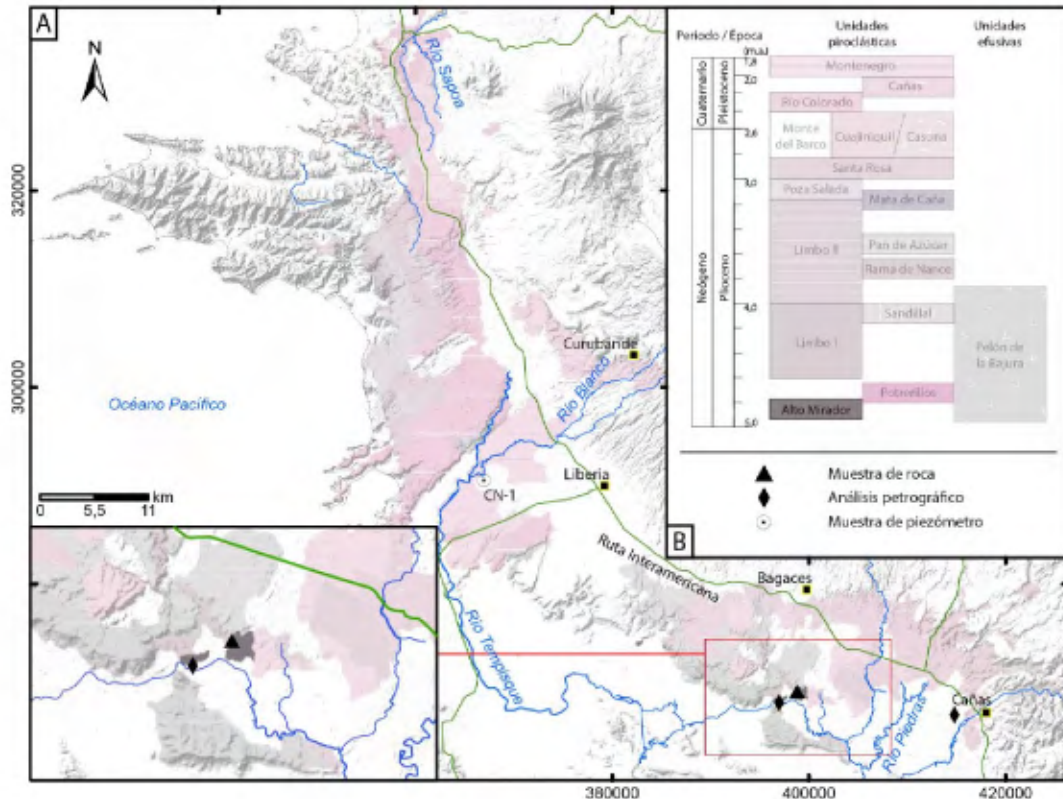


Figura 2.5 Toba Alto Mirador A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Ubicación cronoestratigráfica del presente estudio

Estructura interna y características para su identificación

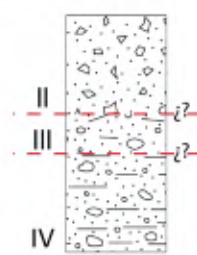

La Toba Alto Mirador se compone de una litofacies rica en pómez y sus características principales son: fenocristales de biotita en pómez, lentes de pómez y líticos no reconocibles (Cuadro 2.1).

Litofacies rica en pómez con lentes

Caracterizada por ser una toba rosada clara con fenocristales de plagioclasa (3 – 10%), tabular, de 1 mm y piroxeno (5%), tabular, menor a 1 mm, con alteración verdosa. Presenta líticos negros, rojos, grises, amarillos verdosos y anaranjados (3 – 10%), subangulares a angulares, de hasta 15 mm, y lavas andesíticas, subredondeadas, de hasta 150 mm, de textura afanítica porfirítica, con fenocristales de plagioclasa (13%), tabular, de 3 mm y piroxeno (<1%), granular, de 1 mm, con frente de meteorización gris claro de 1 mm, pátinas anaranjadas y arcillitización en la plagioclasa. Además, de pómez amarilla (2%), redondeada, de 1 mm, que llega a ser alargada (6%), de hasta 4 x 1 mm con

bordes anaranjados y pómez gris claro a blancuzcas (10 – 70%), amorfas, de hasta 200 μm , con fenocristales de biotita (5%), hexagonal, de hasta 2 mm y plagioclasa (10%), irregular, de hasta 1 mm. En general, presenta pobre selección ($\sigma_{\phi} = 3,74$) con contacto flotante y el soldamiento varía entre rango dos y cuatro ($OB = 0,58 - 0,75$).

Cuadro 2.1 Estructura interna de la Toba Alto Mirador

Soldamiento*	Litofacies	Características para su identificación
		<p>Rica en pómez con lentes</p> <p>Lentes de pómez, pómez con biotita y líticos no reconocibles</p>

*Rango de soldamiento según Quane & Russell (2005a)

Los lentes dentro de esta litofacies llegan a ser de hasta orden métrico, compuestos de pómez amorfas, de hasta 40 mm con fenocristales de biotita (5%), hexagonal, de hasta 2 mm y plagioclasa (10%), tabular, de hasta 1 mm (Figura 2.6).

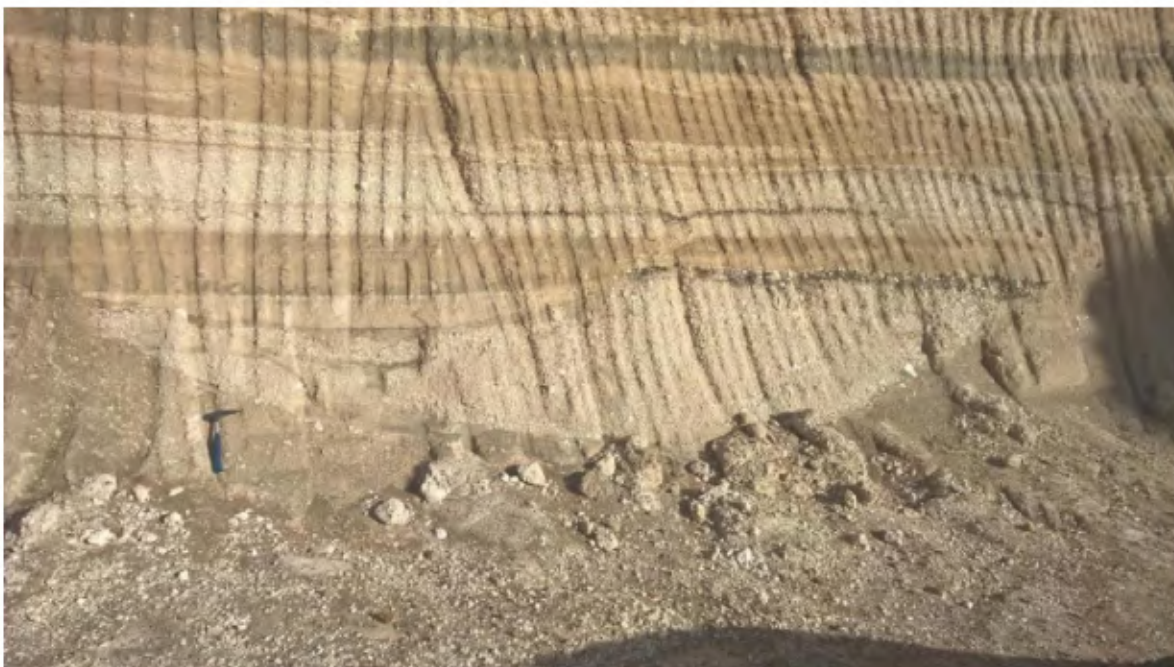


Figura 2.6 Lentes de pómez en la Toba Alto Mirador

Espesor y relaciones estratigráficas

Su espesor máximo visible es de 20 m en un polígono de tiro a dos kilómetros al oeste de Cañas. Además, es sobreyacida por la Toba Potrerillos (piezómetro CN-1) y el contacto inferior no fue evidenciado.

Mecanismo de origen

La toba tiende a ser bimodal por la presencia de matriz y pómez, por lo que es correlacionada con un depósito de flujo de pómez. Sin embargo, al presentarse la Toba Alto Mirador en afloramientos dispersos hacia el oeste del área de estudio, se dificulta saber si es la unidad más antigua dentro de la Formación Bagaces o una facies distal de la Toba Limbo II, debido a que son petrográficamente similares.

Las litofacies ricas en pómez con lentes por lo general son muy variables en cuanto a valores de selección, este tipo de litofacies pueden ser formadas por depositación inestable a causa de una oleada piroclástica, que permita el desarrollo de depósitos piroclásticos no uniformes, con segregación de pómez por dos medios diferentes: flotabilidad por mecánica del flujo o descenso por densidad. En el caso de la Toba Alto Mirador por la presencia de lentes de pómez a lo largo de la vertical y de tamaño diverso se considera un depósito de una oleada piroclástica con segregación de pómez por densidad.

Toba Potrerillos

Se define como la Toba Potrerillos a una toba rica en líticos con variaciones verticales. Esta toba no aflora en el área de estudio, probablemente debido a su posición estratigráfica dentro de la Formación Bagaces. Sin embargo, fue reconocida en siete de los piezómetros estudiados; en los piezómetros CN-1 y CN-6 se identificaron las mejores secciones estratigráficas. Su extensión mínima a partir de la posición de los piezómetros en que fue reconocida esta unidad, se estima desde 10 km al noroeste de Curubandé hasta 12 km al oeste de Bagaces, con su punto de reconocimiento más distal a 11 km al oeste de Liberia (Figura 2.7).

Estructura interna y características para su identificación

Se encuentra conformada por varias litofacies masivas consecutivas en la vertical (Cuadro 2.2). La base se diferencia por la presencia de una toba rosado claro con lavas, obsidiana, pómez gris y *fiammes* blancos y vítreos. La sección inferior es una toba gris con tonos rosado, celeste, café y morado, sus principales componentes son líticos no reconocibles y pómez gris y blanca. Seguidamente la sección superior es una toba gris café con líticos no reconocibles, lavas y escoria. Por último, el techo es una toba gris blancuzca con líticos no reconocibles y escoria.

Litofacies masivas

La base es una toba rosado claro con fenocristales de plagioclasa (10 – 15%), tabular, menor a 1 mm y piroxeno (5%), tabular, menor a 1 mm, con alteración verde. También presenta lavas andesíticas (10%), angulares a subredondeadas, de 45 – 5 mm, algunas con plagioclasa y aureola de oxidación. Obsidiana (15 – 10%), amorfa, de 45 – 10 mm; pómez grises (5%), amorfa, de 80 × 45 mm, con fenocristales de piroxeno y plagioclasa, tabular, de 2 mm; *fiammes* de obsidiana (20%), de 45 – 5 mm, los más grandes con fenocristales de plagioclasa; *fiammes* blancos de 60 × 45 mm y *fiammes* carcomidos, de hasta 45 x 20 mm, con alteración anaranjado claro (Figura 2.8). Buena selección ($\sigma_{\phi} = 1,85$) con contacto flotante a puntual y el soldamiento es de rango cuatro ($OB = 0,76$).

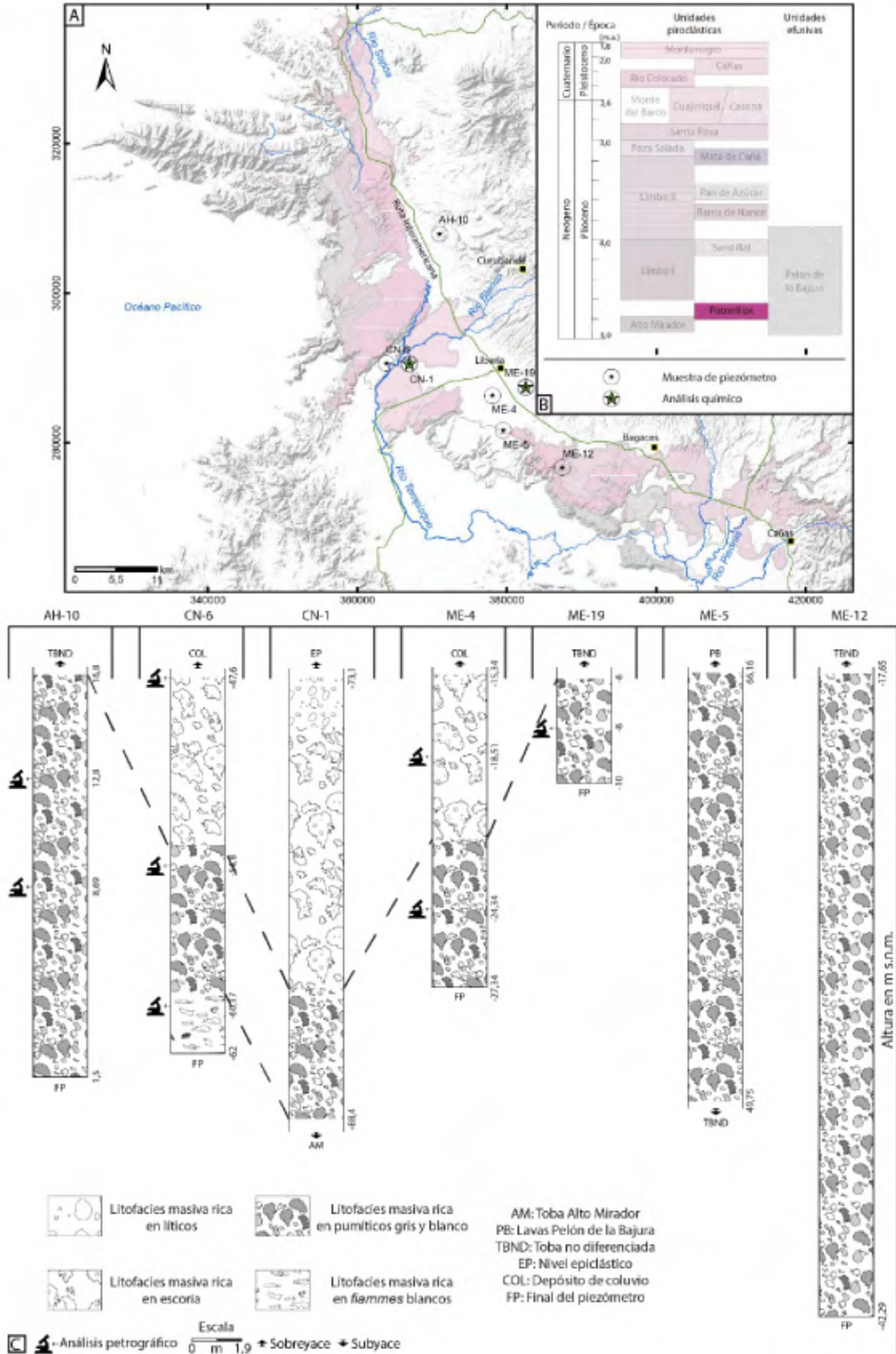


Figura 2.7 Toba Potrerillos A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Ubicación cronoestratigráfica del presente estudio. C. Piezómetros en los que se reconoció esta unidad.

Cuadro 2.2 Estructura interna de la Toba Potrerillos

Soldamiento*	Litofacies	Características para su identificación
	Masiva	T.: Líticos no reconocibles y escoria
	Masiva	SSup.: Líticos no reconocibles lavas y escoria
	Masiva	SInf.: Líticos no reconocibles y pómez gris y blanca
	Masiva	B.: Lavas, obsidiana, pómez gris, fiammes blancos y fiammes vítreos

*Rango de soldamiento según Quane & Russell (2005a), B = Base, SInf = Sección Inferior, SSup = Sección Superior y T = Techo

Seguido se encuentra la sección inferior caracterizada como una toba gris con tonos rosado, celeste, café y morado; fenocristales de plagioclasa (3 – 15%), tabular, de 4 mm, algunas epidotizadas y piroxenos (<1 – 10%), tabulares, de menores a 1 mm. Líticos anaranjados, blanco, gris, amarillo, café y morado (1 – 9%), de hasta 30 mm y lavas andesíticas (5 – 10%), subredondeadas a angulares, de hasta 45 mm con plagioclasa meteorizada (5%), tabular, de hasta 2 mm. Obsidiana (3 – 15%), angular, de hasta 45 mm; escoria (<3%), amorfa, de hasta 70 mm, con fenocristales de plagioclasa (3 – 5%), tabular, menor a 1 mm; pómez gris y blanca (<1 – 15%), amorfa, de hasta 70 mm, las más grandes con plagioclasa (<5%), tabular, mucho menor a 1 mm, algunas alteradas de color verde y *fiammes* negros de escoria (12%), alargados, de hasta 15 x 2 mm. Buena selección ($\sigma_{\phi} = 1,59$) con contacto flotante. Son típicas las manchas de óxidos anaranjado intenso.

La sección superior es una toba gris café con fenocristales de plagioclasa (5 – 12%), tabular, de hasta 2 mm y piroxeno (3%), tabular, menor a 1 mm. Líticos negros, grises, anaranjados, rojos y blancos (1 – 12%), angulares, de hasta 40 mm y lavas andesíticas (2 – 15%), angulares, de hasta 45 mm, con fenocristales de plagioclasa (2 – 15%), tabular, de 3 mm. Escoria (2 – 40%), amorfa, de hasta 50 x 24 mm y algunas veces presentan fenocristales de plagioclasa (8 – 10%), tabular, menor a 1 mm y piroxeno (2%), granular uniforme, menor a 1 mm; pómez anaranjada (1%), amorfa, de hasta 4 mm; pómez gris (5%), subredondeada, de 15 – 10 mm; pómez amarillo claro (3%), alargada, de 6 x 2 mm y *fiammes* negros (15%), de escoria, 11 x 4 mm, algunos con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm. Buena selección ($\sigma_{\phi} = 1,37$) con contacto flotante, por otra parte el soldamiento varía entre los rangos uno y tres ($OB = 0,23 - 0,68$), sin embargo, presenta facies de cristalización típica de una zona parcialmente desvitrificada con textura microlítica – escarchada.



Figura 2.8 Fiammes carcomido

El techo corresponde con una toba gris blancuzca, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, menor a 2 mm y piroxeno (3%), redondeado, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjado, gris, blanco, negro y rojo (10 – 20%), redondeados a subangulares, de 5 – 30 mm. Escoria, redondeada, hasta de 45 mm con fenocristales de plagioclasa (3%), tabular, menor a 2 mm y piroxeno (10%), tabular, de 2 mm. Presenta contacto flotante a puntual y el soldamiento varía entre los rangos uno y cuatro ($OB = 0,44 - 0,77$).

Espesor y relaciones estratigráficas

Su espesor máximo es de 24,64 m reconocido en el piezómetro ME-12, hacia el sureste del área de estudio. A partir de la descripción y análisis de piezómetros llevada a cabo esta unidad es sobreyacida por tobas indiferenciadas, depósitos sedimentarios y las Lavas Pelón de la Bajura y sobreyace a la Toba Alto Mirador (piezómetro CN-1) y tobas indiferenciables.

Mecanismo de origen

La Toba Potrerillos se relaciona genéticamente con un depósito de flujo de pómez y escoria, debido a la presencia de alto contenido de escoria. Al presentar variaciones verticales estas son producto de niveles de soldamiento por efecto de carga durante el enfriamiento.

Toba Limbo I

La Toba Limbo I es una toba gris oscuro no soldada a incipientemente soldada, cuyo principal componente es pómez amarillenta, gris y negra en un porcentaje variable entre 50 y 70% (David, 2005). Fue identificada en el camino a playa Naranja y algunos caminos aledaños, dentro del Área de Conservación Guanacaste, así como en cuatro piezómetros del proyecto SENARA-Tempisque (AH-10, CN-7, ME-4 Y ME-12). Se extiende desde el sur de la península de Santa Elena hasta cerca de 12 km al suroeste de Liberia (Figura 2.9).

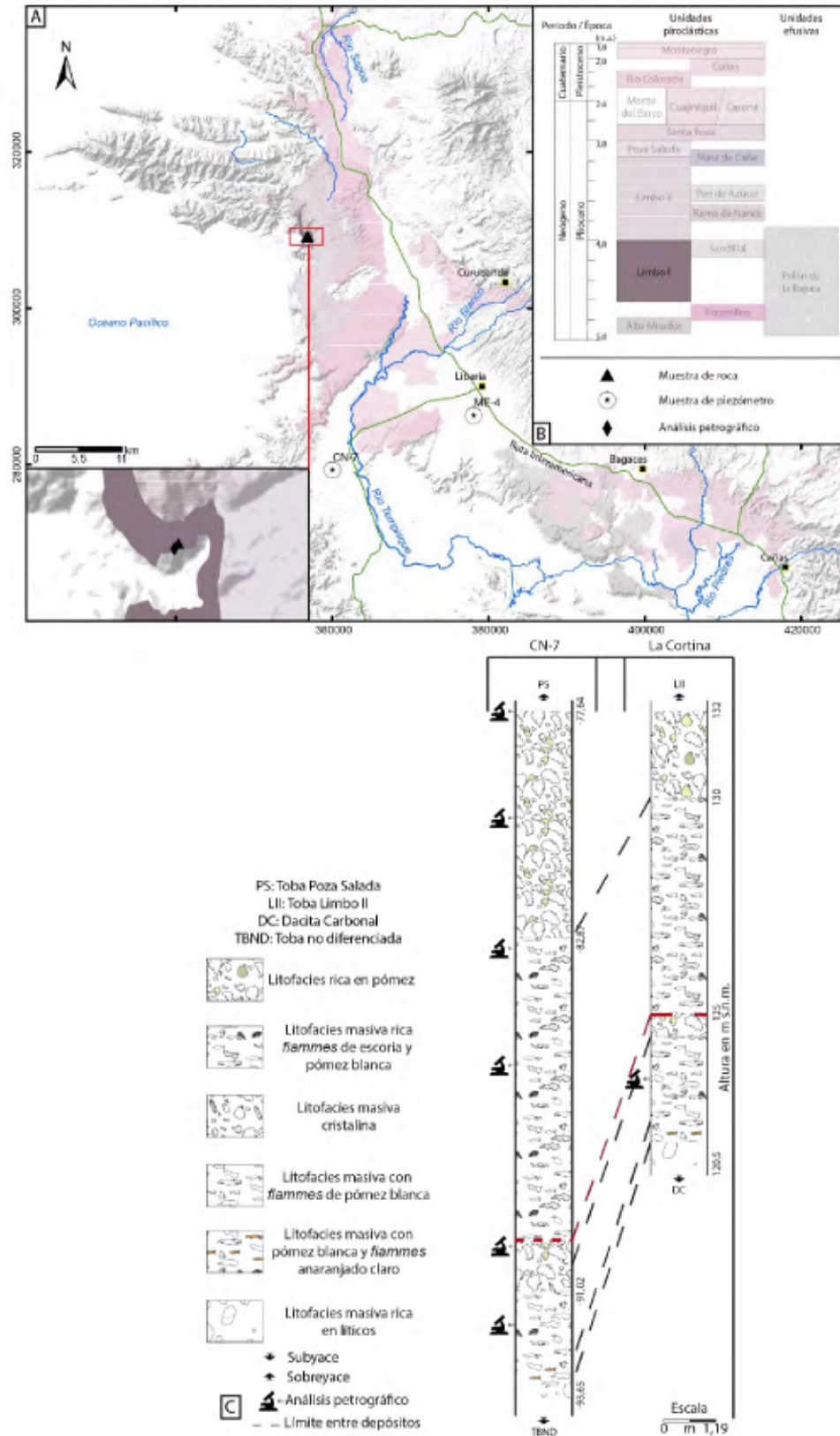


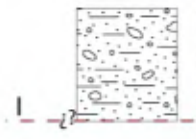

Figura 2.9 Toba Limbo I. A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Ubicación cronoestratigráfica del presente estudio. C. Piezómetros en los que se reconoció esta unidad.

Estructura interna y características para su identificación

En esta unidad se reconocen dos depósitos piroclásticos (Cuadro 2.3). El depósito inferior incluye litofacies masivas y una litofacies rica en pómez. Las litofacies masivas consisten de una toba amarillo claro con variedad de líticos en la base, una sección inferior de toba gris claro con pómez blanca y *fiammes* anaranjado claro, la sección intermedia es una toba gris claro con líticos no reconocibles, obsidiana, pómez blanca y *fiammes* de pómez blanca y la sección superior es una toba blanca con plagioclasa y piroxeno. La litofacies rica en pómez es una toba gris con abundante pómez amarilla.

El depósito Superior presenta una litofacies masiva y una litofacies rica en pómez. La litofacies masiva es una toba gris oscuro con líticos no reconocibles y *fiammes* de escoria, mientras que la litofacies rica en pómez es toba gris verdosa a café con líticos no reconocibles y pómez blanca.

Cuadro 2.3 Estructura interna de la Toba Limbo I

Soldamiento*	Litofacies	Características para su identificación
	Rica en pómez	Líticos no reconocibles y pómez blanca
	Masiva	Líticos no reconocibles y <i>fiammes</i> de escoria
	Rica en pómez	Pómez amarilla
	Masiva	SSup.: Plagioclasa y piroxeno
	Masiva	SInt.: Líticos no reconocibles, obsidiana, pómez blanca y <i>fiammes</i> de pómez blanca
	Masiva	SInf.: Pómez blanca y <i>fiammes</i> anaranjado claro
	Masiva	B.: Variedad de líticos

*Rango de soldamiento según Quane & Russell (2005a), B = Base, SInf = Sección Inferior y SSup = Sección Superior

Depósito Inferior

Litofacies masivas

En la base es una toba amarillo claro, muy meteorizada con fenocristales de piroxeno (10%), sin hábito reconocible, de 1 mm. Fragmentos de toba y líticos (<50%), irregulares, de hasta 150 mm. Pómez amarilla (40%), redondeada, de hasta 7 mm. Muy buena selección ($\sigma_{\phi} = 0,97$) con contacto puntual. Son típicas en esta variación las pátinas anaranjado claro (Figura 2.10).

La sección inferior es una toba gris claro con fenocristales de plagioclasa (<5%), tabular, de 3 mm. Lavas (3%), irregulares, de hasta 5 mm. Obsidiana (<5%), redondeada a irregular, de hasta 8 mm; escoria (5%), irregular, de hasta 30 mm; pómez blanca (15%), irregular, de hasta 7 mm y pómez amarillo claro (15%), de hasta 6 x 2 mm, con fenocristales de piroxeno (20%), sin hábito reconocible, menor a 1 mm. Buena selección ($\sigma_{\phi} = 1,61$) con contacto flotante. Es frecuente observar un frente de meteorización anaranjado de hasta 2 mm.

La sección intermedia corresponde con una toba gris claro con líticos no reconocibles (8%), irregulares, de hasta 5 mm y líticos negros (3%), irregulares, de hasta 1 mm. Pómez blanca (5%), irregular, de hasta 10 mm; pómez gris oscuro (25%), redondeada, de hasta 50 mm, con fenocristales de piroxeno (5%), hexagonales, de 2 mm y *fiammes* de pómez blanca (10 – 15%), de hasta 25 x 5 mm, con meteorización anaranjada y algunas con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm y piroxeno (15%), tabular, de 3 mm. Presenta contacto flotante y puntual, mientras que el soldamiento se ubica en el rango dos ($OB = 0,56$).



Figura 2.10 Base de la litofacies masiva del depósito Inferior de la Toba Limbo I

La sección superior es una toba blanca con fenocristales de cuarzo (10%), con fractura, de 1 mm; plagioclasa (8%), tabular, de 1 mm y piroxeno (6%), tabular, de 1 mm. Exhibe contacto flotante.

Litofacies rica en pómez

Esta litofacies es una toba gris con fenocristales de plagioclasa (<1%), tabular, menor a 1 mm y piroxeno (<1%), granular, menor a 1 mm. Lavas gris oscuro (20%), irregulares, de hasta 3 mm. Pómez amarilla (70%), amorfa, de hasta 5 mm. Materia orgánica (5%), sin forma definida. Buena selección ($\sigma_{\phi} = 1,52$) con contacto suturado entre clastos. Hacia la base se encuentran *fiammes* de

pómez blanca (20%), de hasta 10 x 5 mm y escoria gris (10%), de hasta 10 x 4 mm. El soldamiento está comprendido en el rango uno ($OB = 0,2$).

Depósito Superior

Litofacies masiva

Corresponde con una toba gris oscuro con fenocristales de piroxeno (8%), tabular, de 2 mm. Líticos grises (10%), irregulares, de hasta 8 mm y lavas (3%), irregulares, de hasta 5 mm, con fenocristales de plagioclasa (15%), tabular, menor a 1 mm. Obsidiana (7%), alargados e irregulares, de hasta 15 mm, con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, menor a 1 mm; escoria (9%), amorfa, de hasta 4 mm, con fenocristales de plagioclasa (15%), tabular, menor a 1 mm y pómez blanca (7%), redondeada, de hasta 8 mm. Buena selección ($\sigma_{\phi} = 1,22 - 1,79$) con contacto flotante y poco lineal. Hacia la base aparecen *fiammes* de pómez blanca (20%), de hasta 10 x 5 mm y *fiammes* de escoria gris (10%), de hasta 10 x 4 mm.

Litofacies rica en pómez

La litofacies rica en pómez es una toba gris verdosa a café con fenocristales de plagioclasa (<5%), tabular, de 1 mm y piroxeno (5%), sin hábito reconocible, de 1 mm. Líticos rojos (3%), angulares, de hasta 3 mm; negros (5%), angulares, de hasta 3 mm y grises (2%), redondeados, de hasta 3 mm. Escoria (10%), irregular, de hasta 20 mm, con fenocristales de plagioclasa (20%), tabular, de 1 mm; pómez blanca a amarillenta (10 – 70%), irregular, de hasta 30 mm, algunas veces con fenocristales de plagioclasa (3%), tabular, de 1 mm y piroxeno (15%), redondeados, menores a 1 mm. Buena selección ($\sigma_{\phi} = 1,37$) con contacto flotante y puntual, a su vez el soldamiento es de rango uno ($OB = 0,4$).

Espesor y relaciones estratigráficas

El espesor máximo visible de esta unidad es de 16,01 m, en el piezómetro CN-7 (Figura 2.6). En el camino a playa Naranjo sobreyace a la Dacita Carbonal y es sobreyacida por la Toba Limbo II, mas en los piezómetros estudiados (CN-7 y ME-4) sobreyace a tobas no diferenciadas y es sobreyacida por la Toba Poza Salada y un depósito de coluvio.

Mecanismo de origen

Ambos depósitos son clasificados como ignimbritas, debido a que la pómez es el principal componente.

El depósito Inferior al presentar una base rica en líticos se interpreta que tuvo una fábrica direccional donde el tamaño y la forma irregular de los clastos indican un corto periodo de residencia de los clastos en la zona de cizalla. Esto producto de una baja pendiente o la falta de anomalías topográficas durante el emplazamiento y la dirección no fue conservada debido a procesos de compactación, ya que no hay evidencias de chimeneas de desgasificación o reomorfismo. Las variaciones verticales son producto de variaciones en el soldamiento por carga o la presencia de diferentes niveles de transporte en el emplazamiento. Hacia el techo tiende a ser bimodal, donde la gradación inversa en clastos de pómez es producto de segregación y tendencia del flujo a comportarse granularmente.

El depósito Superior al no tener ninguna evidencia de fábrica direccional se interpreta una litofacies masiva que suprimió las zonas de cizalla por compactación del depósito. El techo de este

depósito tendió a ser un flujo granular con un proceso de segregación que permitió la boyancia de clastos de pómez, líticos y escoria.

Toba Sandillal

Definida por Semm (2005) como una toba amarillenta a blanca, no soldada con pómez amarilla, blanca y rosada. La Toba Sandillal es reconocible en las cercanías de la represa hidroeléctrica Sandillal en el cantón de Tilarán (Figura 2.11).

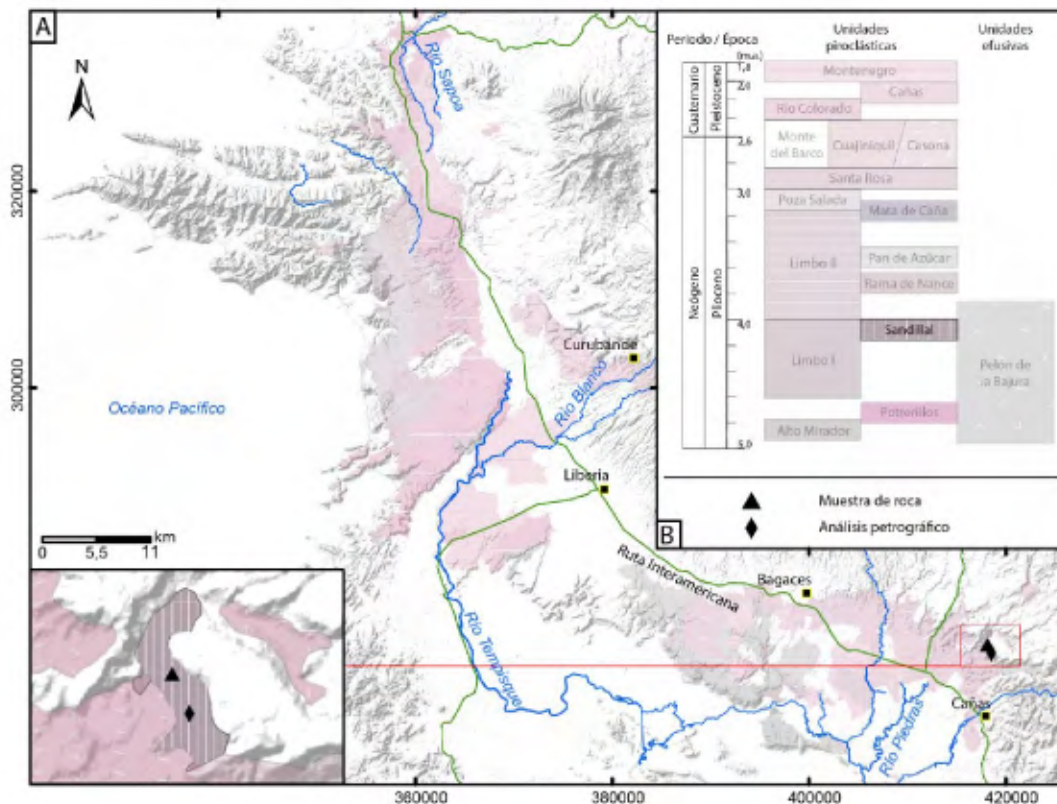


Figura 2.11 Toba Sandillal A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Columna cronoestratigráfica del presente estudio

Estructura interna y características para su identificación

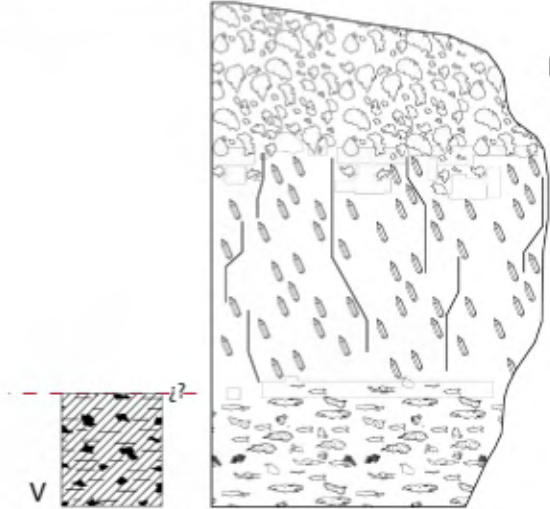
Abarca dos litofacies masivas y una litofacies rica en pómez (Cuadro 2.4). Las litofacies masivas se subdividen en la sección inferior compuesta por una toba café vidriosa con escoria y *fiammes* de escoria y la sección superior por una toba gris claro a oscuro con disyunción columnar y cristaloclastos de plagioclasa y piroxeno. La litofacies rica en pómez es una toba gris oscuro con pómez blanca.

Litofacies masivas

La sección inferior es una toba café vidriosa con fenocristales de plagioclasa (10 – 25%), tabular, menor a 3 mm. Líticos anaranjados (1%), angulares, de hasta 4 mm. Escoria hialina (1%), amorfa, de 7 mm; escoria cristalina (15%), subredondeada, de hasta 35 mm, con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm; pómez blanca a gris claro (3 – 6%), angular, de hasta 8 mm; *fiammes* escoriáceos anaranjados (15%), de hasta 19 x 3 mm; *fiammes* vidriosos hialinos (8%), de

hasta 12 x 1 mm y *fiammes* vidriosos cristalinos (10%), de hasta 38 x 13 mm con fenocristales de plagioclasa (15%), tabular, de 2 mm. Buena selección ($\sigma_{\phi} = 1,34$) con contacto flotante y un frente de meteorización anaranjado de 6 mm.

Cuadro 2.4 Estructura interna de la Toba Sandillal

Soldamiento*	Litofacies	Características para su identificación
	Rica en pómez	Pómez blanca
	Masiva	SSup.: Disyunción columnar, con cristaloclastos de plagioclasa y piroxeno
	Masiva	SInf.: Escoria y <i>fiammes</i> de escoria

*Rango de soldamiento según Quane & Russell (2005a), SInf = Sección Inferior y SSup = Sección Superior

La sección superior es una toba gris claro a oscuro con fenocristales de plagioclasa (35%), tabular, de 3 mm y piroxeno (1%), tabular, de 2 mm. Clastos negros (3%), angulares, de hasta 4 mm y anaranjados (1%), angulares, de hasta 2 mm. Pómez amarillo verdoso (2%), irregular, de hasta 6 mm y gris oscuro (3%), angulares, fibrosas, de hasta 13 mm. Muy buena selección ($\sigma_{\phi} = 0,51$) con contacto flotante. En esta litofacies es común encontrar disyunción columnar con columnas de hasta 600 mm (Figura 2.12).

Litofacies rica en pómez

La litofacies rica en pómez corresponde con una toba gris oscuro con fenocristales de plagioclasa (7%), tabular, de 1 mm. Clastos negros (10%), angulares, de hasta 10 mm. Pómez blanca (50 – 70%), angulares, de hasta 15 mm, con el centro gris y varían a anaranjado. Muestra contacto flotante.

Espesor y relaciones estratigráficas

El espesor máximo visible es de 4 m. Al tener una edad mayor a los 4 Ma, de acuerdo a esta y su ubicación sobreyace a la Toba Alto Mirador y es sobreyacida por la Toba Rama de Nance.

Mecanismo de origen

Debido a que la pómez es el principal clasto dentro de esta unidad se correlaciona con una ignimbrita. Al presentar la Toba Sandillal variaciones verticales se interpreta un mecanismo de depositación con diferentes niveles de transporte, uno inferior que desarrolló soldadura, uno intermedio con disyunción columnar y uno superior con un comportamiento granular y segregación por boyancia que dio paso a un enjambre de pómez.



Figura 2.12 Diaclasas verticales producto de disyunción columnar de la Toba Sandilla.

Toba Rama de Nance

Es una toba masiva cuyo componente principal es pómez en variedad de colores. Se distribuye hacia el oeste del centro poblacional del cantón de Bagaces y los sitios más lejanos en los que se identificó fueron al norte de Lomas Barbudal y de la fila Nambiral (Figura 2.13). La sección estratigráfica ideal de esta unidad se encuentra sobre el río Potrero (Coordenadas 395105/277511).

Estructura interna y características para su identificación

Esta unidad contiene una litofacies masiva correspondiente con una toba gris a rosada claro con vetas silíceas con relieve positivo, líticos no reconocibles y pómez blanca (Cuadro 2.5).

Litofacies masiva

La Toba Rama de Nance es una toba gris a rosado claro con fenocristales de plagioclasa (<15%), tabular, de 4 mm. Líticos anaranjados a rojos (<1%), angulares, de hasta 200 mm y negros (<20%), subredondeados, de hasta 40 mm. Pómez verde amarillenta (2%), amorfa, de hasta 3 mm; pómez rosada (5 – 25%), amorfa, de hasta 17 x 11 mm; pómez blanca (3 – 60%), amorfa, de hasta 26 x 19 mm y pómez gris (5 – 15%), alargada, de hasta 21 x 15 mm. El contacto entre clastos es flotante y el soldamiento varía de rango uno a tres ($OB = 0,17 - 0,69$). Algunas características propias de esta unidad son un frente de meteorización negro de hasta 1 mm y vetas silíceas amarillas de hasta 50 mm de grosor (Figura 2.14).

Espesor y relaciones estratigráficas

El espesor máximo medido fue de 2 m, sin embargo llega a tener decenas de metros de espesor (G. Barrantes, com. esc., 2018). Es sobreyacida por la Toba Pan de Azúcar y su contacto inferior no fue reconocido.

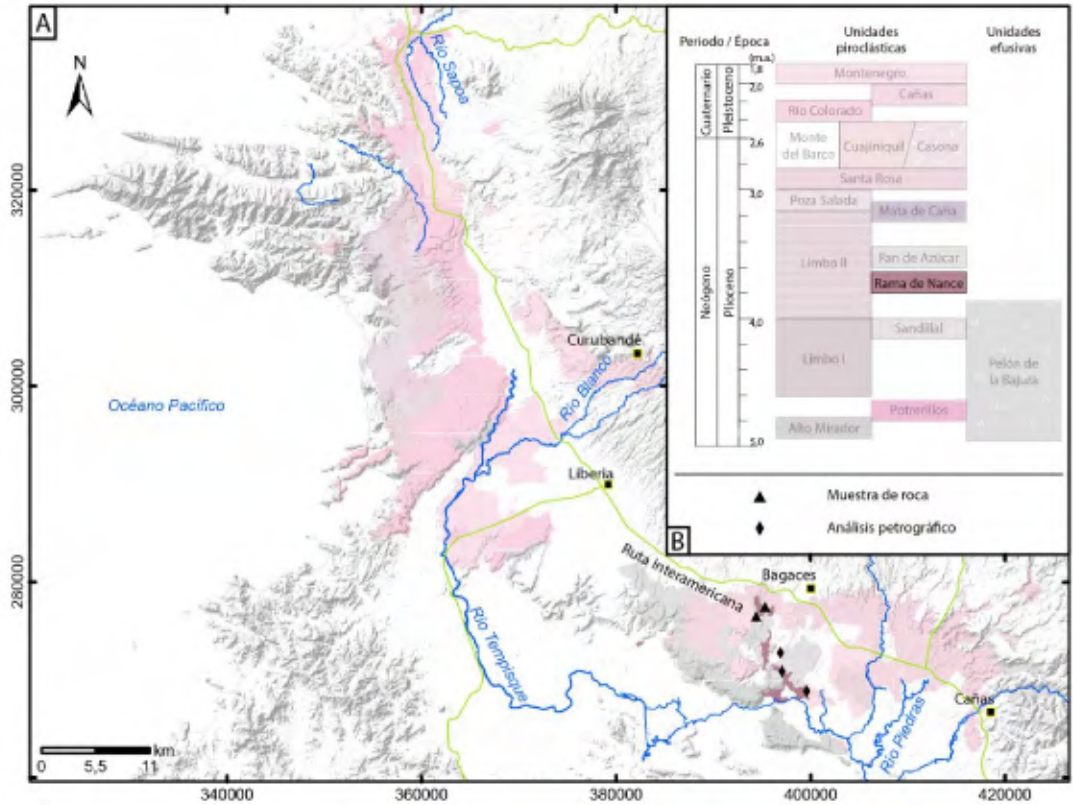


Figura 2.13 Toba Rama de Nance A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Ubicación cronoestratigráfica del presente estudio

Mecanismo de origen

La Toba Rama de Nance se interpreta como una ignimbrita debido a su alto contenido de clastos de pómez y selección pobre. Al tratarse de una toba masiva sin variaciones verticales se interpreta un proceso de enfriamiento uniforme y las variaciones en soldamiento se atribuyen a efecto de carga en el depósito.

Cuadro 2.5 Estructura interna de la Toba Rama de Nance

Soldamiento*	Litofacies	Características para su identificación
		<p>Vetas silíceas con relieve positivo, líticos no reconocibles y pómez blanca</p>

*Rango de soldamiento según Quane & Russell (2005a)



Figura 2.14 Veta sílicea de hasta 50 mm de espesor

Toba Pan de Azúcar

Definida por Szymanski (2007) como una ignimbrita fuertemente soldada con matriz gris oscuro a café y *fiammes* de vidrio. En el presente estudio se redefine a una toba que varía de una base muy soldada a un techo poco soldado. Las mejores exposiciones de esta toba son en los afloramientos 398539/271484 y 399303/272909 a un lado de los canales de riego en Bagaces; además, fue reconocida en los piezómetros ME-5 y ME-19. Se extiende mayoritariamente al sur de Bagaces con su punto más alejado al este del pueblo de Bebedero (Figura 2.15).

Estructura interna y características para su identificación

En la Toba Pan de Azúcar se identificaron dos litofacies una masiva conformada por una toba negra vidriosa, que forma bloques de orden métrico y contiene líticos no reconocibles y de lavas, pómez blanca y *fiammes* vítreos cristalinos; así como una litofacies rica en escoria representada por una toba gris oscuro a gris café con líticos no reconocibles, escoria y *fiammes* grises (Cuadro 2.6).

Litofacies masiva

Esta litofacies concuerda con una toba negra vidriosa, con fenocristales de plagioclasa (3 – 40%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles blancos (3%), irregulares, de hasta 3 mm; anaranjados (2%), angulares, de hasta 3 mm y grises (4 – 8%), angulares, de hasta 14 mm, y lavas andesíticas (1 – 3%), angulares, de hasta 20 mm, con fenocristales de plagioclasa (40%), tabular, menor a 1 mm. Obsidiana (2%), subredondeada, de hasta 2 mm; pómez blanca (1%), amorfa, de hasta 3 mm y *fiammes* negros (6 – 25%), de hasta 42 x 3 mm, con fenocristales de plagioclasa (15 – 35%), tabular, de 3 mm. Buena selección ($\sigma_{\theta} = 1,01$) con contacto flotante y el soldamiento es de rango seis ($OB = 0,93$). En afloramiento se reconoce por presentarse en bloques de orden métrico.

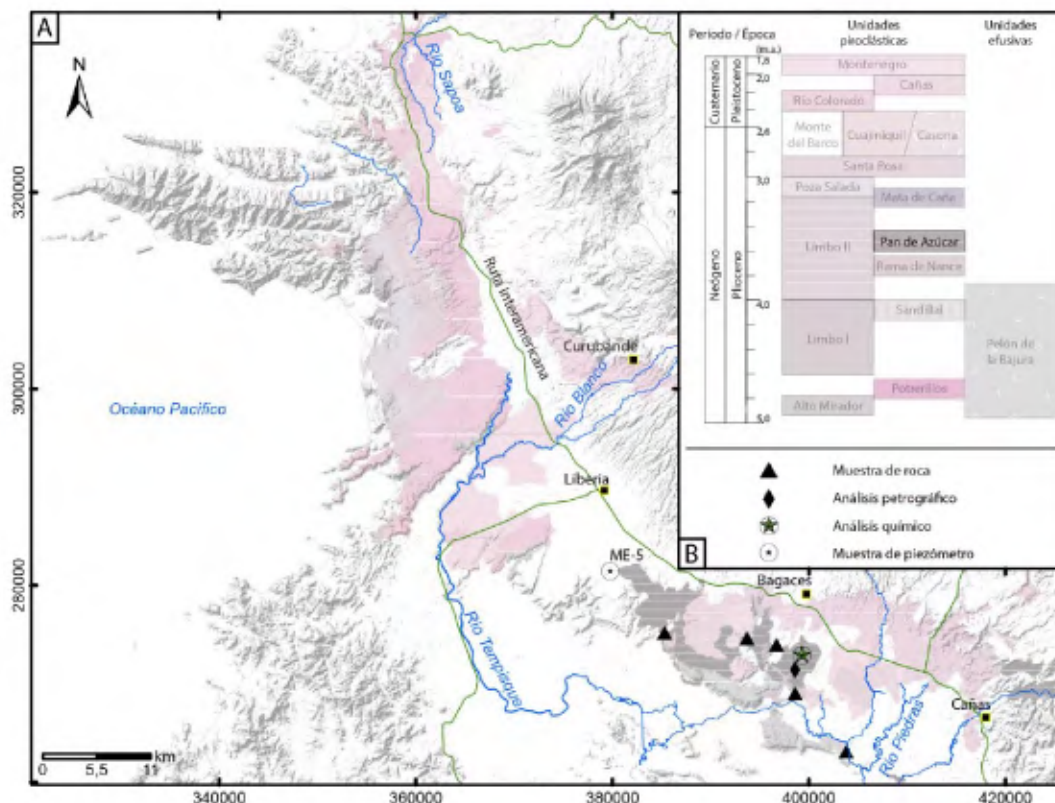


Figura 2.15 Toba Pan de Azúcar A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Ubicación cronoestratigráfica del presente estudio

Cuadro 2.6 Estructura interna de la Toba Pan de Azúcar

Soldamiento*	Litofacies	Características para su identificación
	<p>Rica en escoria</p> <p>Masiva</p>	<p>Líticos no reconocibles, escoria y <i>fiammes</i> grises</p> <p>Forma bloques de orden métrico, líticos no reconocibles, lavas, pómez blanca y <i>fiammes</i> vítreos cristalinos</p>

*Rango de soldamiento según Quane & Russell (2005a)

Litofacies rica en escoria

La litofacies se caracteriza por presentarse como una toba gris oscuro a gris café, con fenocristales de plagioclasa (3 – 15%), tabular, de hasta 2 mm. Líticos no reconocibles, blancos (3%), angulares, de hasta 2 mm; grises (6%), angulares, de hasta 12 mm; negros (3%), con borde anaranjado, redondeados, de 3 mm y café claro (1%), angulares, de hasta 2 mm, y lavas (5%), subredondeadas, de hasta 8 mm. Escoria cristalina (5 – 30%), amorfa, de hasta 90 x 52 mm, con

fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de 3 mm; pómez anaranjada (4%), amorfa, de hasta 3 mm y *fiammes* gris oscuro (3 – 6%), de hasta 12 x 4 mm. Pobremente seleccionada ($\sigma_{\phi} = 2,21$) con contacto flotante y un soldamiento de rango dos ($OB = 0,5$). Además, cuando se presenta la muestra muy meteorizada tiende a formar líneas de óxidos (Figura 2.16).



Figura 2.16 Litofacies rica en escoria de la Toba Pan de Azúcar.

Espesor y relaciones estratigráficas

Se reconoció un espesor máximo de 6 m. Sobreyace a la Toba Rama de Nance y tobas indiferenciadas y es sobreyacida por una zona hidrotermal y tobas indiferenciadas.

Mecanismo de origen

El principal clasto de esta unidad es la escoria, por tanto se correlaciona con un depósito de flujo de pómez enriquecido en escoria. Al estar su base fuertemente soldada respecto al techo; se indica un proceso de depositación que permitió suprimir la zona de cizalla y una distribución uniforme de los clastos de escoria.

Toba Limbo II

La Toba Limbo II es una toba gris parcialmente soldada, rica en cristales, con pómez gris amarillentas y *fiammes* (David, 2005). La mejor sección estratigráfica se ubicó en el camino a playa Naranjo, sin embargo aflora en algunos caminos y quebradas del Área de Conservación Guanacaste y fue reconocida en cuatro de los piezómetros estudiados (AH-10, CN-1, ME-4 y ME-12). El emplazamiento de esta unidad se considera similar al de la Toba Limbo I (Figura 2.17).

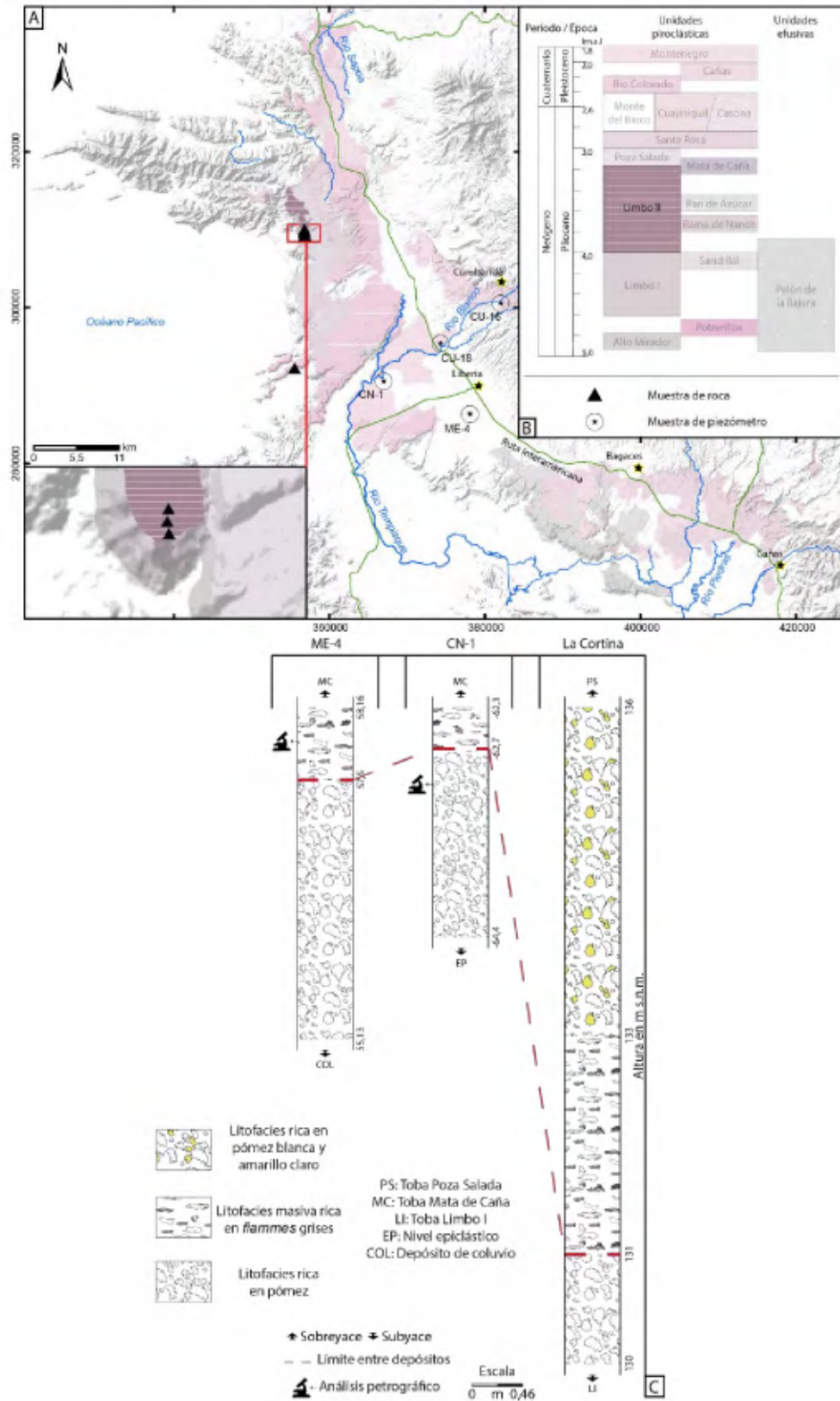


Figura 2.17 Toba Limbo II A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Ubicación cronoestratigráfica del presente estudio. C. Piezómetros en los que se reconoció esta unidad.

Estructura interna y características para su identificación

Se reconocieron dos depósitos (Cuadro 2.7). El depósito Inferior compuesto por una litofacies rica en pómez y se identifica como una toba gris oscuro con líticos no reconocibles y pómez blanca. Por otra parte, el depósito Superior presenta dos litofacies: una litofacies masiva correspondiente a una toba gris café con líticos no reconocibles, lavas, obsidiana y *fiammes* grises, y una litofacies rica en pómez caracterizada por ser una toba gris claro con líticos no reconocibles y pómez blanca y amarilla.

Cuadro 2.7 Estructura interna de la Toba Limbo II

Soldamiento*	Litofacies	Características para su identificación
I	Rica en pómez	Líticos no reconocibles y pómez blanca y amarilla
	Masiva	Líticos no reconocibles, lavas, obsidiana y <i>fiammes</i> grises
II	Rica en pómez	Líticos no reconocibles y pómez blanca

*Rango de soldamiento según Quane & Russell (2005a)

Depósito Inferior

Litofacies rica en pómez

Se compone de una toba gris oscuro a café grisáceo con fenocristales de plagioclasa (5 – 15%), tabular, de 1 mm y piroxeno (6 – 15%), tabular, de 1 mm. Líticos negros y morados (<10%), angulares a subredondeados, de hasta 5 mm y lavas (3%), angulares, de hasta 6 mm. Pómez blanca (15 – 25%), angular a alargada, de hasta 10 x 4 mm y pómez gris, café amarillento y morado claro (4 – 15%), de hasta 45 mm, las más grandes con fenocristales de plagioclasa y piroxeno (3 – 5%), tabulares, de 2 mm. Buena selección ($\sigma_{\phi} = 1,71$) con contacto flotante y el soldamiento es de rango dos ($OB = 0,6$).

Depósito Superior

Litofacies masiva

La litofacies masiva corresponde con una toba gris café con fenocristales de plagioclasa (<5%), tabular, de 3 mm, algunas alteradas a epidota (<1%), y piroxeno (<3%), tabular, menor a 1

mm. Líticos morado, gris, café y rojo (2 – 5%), subredondeados a subangulares, de hasta 10 mm, algunos presentan aureola de oxidación; líticos anaranjados y blancos (<4%), angulares, de hasta 3 mm y lavas (2 – 8%), angulares a subredondeadas, de hasta 25 mm. Obsidiana (<6%), amorfa, de hasta 10 mm, algunas con fenocristales de plagioclasa; pómez blanca a amarillo claro (3 – 15%), amorfa, de hasta 20 x 6 mm; pómez rojo claro (1%), redondeada, de hasta 5 mm; pómez gris claro (8%), redondeada, de hasta 45 mm; *fiammes* rojo claro (1%), de hasta 8 x 3 mm; *fiammes* blancos y grises (5 – 10%), de hasta 45 x 7 mm y *fiammes* negros (20%), de hasta 55 x 33 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de 3 mm. Pobre selección ($\sigma_{\phi} = 2,38$) con contacto flotante, por otro lado el soldamiento es de rango uno ($OB = 0,38$).

Litofacies rica en pómez

La litofacies rica en pómez blanca y amarillo claro es una toba gris claro (sin meteorización) y amarilla claro (meteorizada) con fenocristales de plagioclasa (7%), tabular, de 1 mm y piroxeno (3 – 5%), granular uniforme, menor a 1 mm. Líticos negros (5%), angulares, de hasta 10 mm. Pómez blanca (20%), redondeada, de hasta 4 mm y pómez gris y amarillo claro (20%), irregulares, de hasta 50 mm. Buena selección ($\sigma_{\phi} = 1,28$) con contacto puntual. Algunas veces con pátinas anaranjadas.

Espesor y relaciones estratigráficas

El espesor máximo es de 7,37 m en el camino a playa Naranja dentro del Parque Nacional Santa Rosa. Sobreyace depósitos sedimentarios asociados a la erosión de eventos piroclásticos anteriores y a la Toba Limbo I y es sobreyacida por las tobas Poza Salada y Mata de Caña, esta última en piezómetros.

Mecanismo de origen

La Toba Limbo II se interpreta como dos depósitos de ignimbrita, por su contenido predominante de clastos de pómez, pobre selección y evidencias de altas temperaturas de depositación.

El depósito Inferior fue un flujo granular monótono, mientras el depósito Superior presenta gradación *coarse tail*, típica de depósitos de flujos piroclásticos.

De acuerdo a la distribución espacial y el reconocimiento en piezómetros de esta unidad el emplazamiento fue a través de valles topográficos, con dos lóbulos: uno en dirección a la península de Santa Elena y el otro en concordancia con la dirección actual de los ríos Blanco y Tempisque.

Toba Mata de Caña

Se define la Toba Mata de Caña como una compleja sucesión de depósitos de flujos piroclásticos, con tonos morados y desvitrificación visible en muestra de mano. Es visible únicamente en piezómetros (AH-10, CN-1, CU-16, CU-18 y ME-4), debido a su posición dentro de la Formación Bagaces. La mejor secuencia estratigráfica de esta unidad está en el piezómetro CU-16. Su extensión indica un emplazamiento en dirección suroeste con el piezómetro CN-1 el sitio más distal (Figura 2.18).

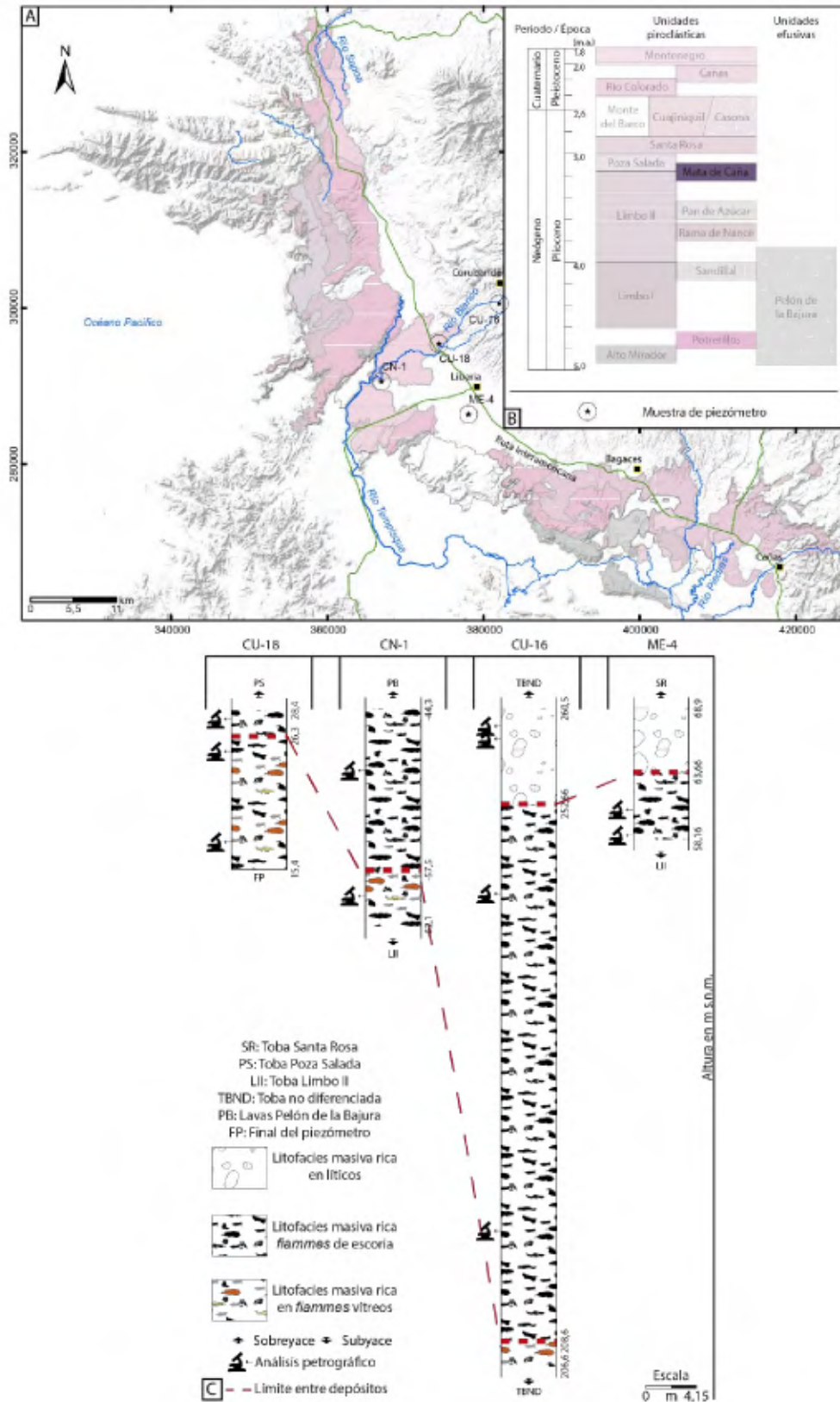

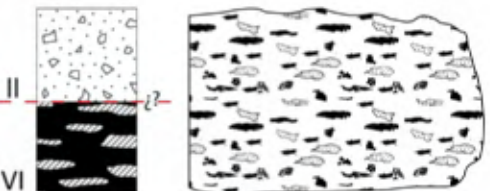



Figura 2.18 Toba Mata de Caña A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Ubicación cronoestratigráfica del presente estudio. C. Piezómetros en los que se reconoció esta unidad.

Estructura interna y características para su identificación

Se identificaron tres depósitos, cada uno compuesto por una litofacies masiva (Cuadro 2.8). El depósito Inferior es una toba gris violácea con tonos azules y anaranjados con líticos no reconocibles y *fiammes* grises y vítreos; el depósito Intermedio es toba gris oscura violácea con líticos no reconocibles y *fiammes* vítreos y de escoria, y el depósito Superior es una toba gris violácea con lavas.

Cuadro 2.8 Estructura interna de la Toba Mata de Caña

Soldamiento*	Litofacies	Características para su identificación
	Masiva	Lavas
	Masiva	Líticos no reconocibles y <i>fiammes</i> vítreos y de escoria
	Masiva	Líticos no reconocibles y <i>fiammes</i> grises y vítreos

*Rango de soldamiento según Quane & Russell (2005a)

Depósito Inferior

Litofacies masiva

Es una toba gris violácea con tonos azules y anaranjados, con fenocristales de plagioclasa (3 – 20%), tabular, de 2 mm y piroxeno (3 – 5%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles blancos (<1%), redondeados, de hasta 6 mm y lavas andesíticas (5 – 25%), angulares, de hasta 30 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, menor a 1 mm. Obsidiana (2%), angular a subredondeada, de hasta 10 mm, con fenocristales de plagioclasa (<5%), tabular, menor a 1 mm; pómez amarilla (3%), angular a subredondeada, de hasta 10 mm; *fiammes* café, morado y gris (10 – 20%), de hasta 45 mm, algunos carcomidos y *fiammes* de obsidiana (<20%), de hasta 50 mm, con fenocristales de plagioclasa (<5%), tabular, menor a 1 mm. Buena selección ($\sigma_0 = 1,34$) con contacto flotante. El soldamiento fue determinado a partir de facies de cristalización, las cuales varían entre zona fase de vapor a zona parcialmente desvitrificado con texturas microlítica y axiolítica (Rango de II a VI).

Depósito Intermedio

Litofacies masiva

Esta litofacies corresponde con una toba gris oscura violácea con fenocristales de plagioclasa (3 – 10%), tabular, de 2 mm, algunas veces con alteración a epidota; piroxeno (<2%), tabular, menor a 1 mm y como minerales de alteración se observan agregados cristalinos de minerales no reconocibles (9%), angulares, de hasta 5 mm. Líticos blancos (5%), subredondeados, de hasta 15 mm, con manchas negras; líticos grises (<5%), subredondeados a angulares, de hasta 20 mm y lavas andesíticas (3 – 15%), angulares a subredondeadas, de hasta 20 mm, con fenocristales de plagioclasa

(3 – 5%), tabular, de 2 mm. Obsidiana (2%), redondeada, de hasta 4 mm; escoria (<4%), amorfa, de hasta 3 x 2 mm; pómez amarillo claro (<4%), irregular, de hasta 11 mm; *fiammes* grises (10 – 25%), de hasta 40 x 11 mm; *fiammes* negros (<20%), de hasta 50 x 5 mm, los más grandes con fenocristales de plagioclasa (5 – 15%), tabular, de 1 mm y *fiammes* café (<1%), de hasta 15 x 5 mm, con fenocristales de plagioclasa (<5%), tabular, menor a 1 mm. Buena selección ($\sigma_{\phi} = 1,93$) con contacto flotante. Por otra parte, el soldamiento varía entre los rangos dos y seis ($OB = 0,55 - 0,88$) correspondiente a una zona parcialmente desvitrificada evidenciada con textura microlítica. Además, presenta manchas anaranjadas, pátinas negras, textura eutaxítica y desvitrificación a nivel macroscópico (Figura 2.19).



Figura 2.19 Textura eutaxítica y desvitrificación.

El contacto con el depósito Inferior está dado por un nivel de 15 mm de concentración de fenocristales (50%), de plagioclasa, cuarzo, piroxeno y clastos negros y es muy friable (Figura 2.20).



Figura 2.20 Concentración de fenocristales y clastos.

Depósito Superior

Litofacies masiva

Es una toba gris violácea con fenocristales de plagioclasa (<5%), tabular, de 1 mm y piroxeno (3%), tabular, de 5 mm. Líticos gris claro (15%), angulares, de hasta 5 mm; líticos blancos (6%), angulares, de hasta 7 mm; líticos gris rosado (3%), alargados, de hasta 7 mm y lavas andesíticas (9 – 40%), angulares a subredondeadas, de hasta 50 mm, con fenocristales de plagioclasa (40%), tabular, de 2 mm. Obsidiana (2%), redondeada, de hasta 5 x 3 mm; escoria anaranjada (<1%), subredondeada, de hasta 2 x 1 mm y pómez café claro, blanca, gris y anaranjada (7 – 30%), subredondeada a subangular, de hasta 40 mm. Expone contacto flotante y presenta soldamiento de rango uno ($OB = 0,26 - 0,46$). Manchas anaranjadas (3%), subredondeados, de hasta 3 mm.

Espesor y relaciones estratigráficas

En el piezómetro CU-16 se reconoce el mayor espesor de esta unidad: 62,8 m aproximadamente. Sobreyace a la Toba Limbo II y tobas indiferenciadas y es sobreyacida por las tobas Santa Rosa, Poza Salada y tobas indiferenciadas, y las Lavas Pelón de la Bajura.

Mecanismo de origen

La Toba Mata de Caña se compone de tres depósitos diferenciables por sus distintas afinidades petrográficas. Sin embargo, el depósito Inferior se correlaciona con una ignimbrita con alto porcentaje de líticos; el depósito Intermedio con un flujo de pómez y el depósito Superior con una ignimbrita con rica en líticos.

Al presentarse un depósito Inferior rico en *fiammes*, seguido de un depósito Intermedio con *fiammes* y pómez y un depósito Superior con abundante pómez, esta variación sumado a que los depósitos sean masivos y que las zonas de cizalla hayan sido suprimidas se asocian con un proceso agradacional. Además, la sucesión es característica de un rápido emplazamiento que permitió el enfriamiento de las tres unidades como una sola y con la consecuencia principal del soldamiento de la unidad inferior por efectos de carga.

De acuerdo a la distribución de las litofacies y el aumento de espesor de las litofacies a hacia el noreste se considera esta unidad como el depósito de un conjunto de corrientes de densidad piroclásticas emplazadas sobre la posición actual de los ríos Blanco y Tempisque, con un posible centro eruptivo cercano al poblado de Curubandé.

Toba Poza Salada

La Toba Poza Salada fue definida por Marquardt (2005) y dividida en 4 unidades de enfriamiento, con la característica de ser ignimbritas grises con *fiammes* negros de gran tamaño. Se diferenció esta toba en seis de los piezómetros estudiados (AH-10, CN-1, CN-7, CU-16 CU-18 y PZ-02) y en dos transeptos en el área de conservación Guanacaste. La sección estratigráfica más representativa se ubica en el piezómetro (CN-7) y el afloramiento más distal está sobre la expresión topográfica: La Cortina (Límite oeste de la meseta volcánica de Santa Rosa; Figura 2.21).

Estructura interna y características para su identificación

La Toba Poza Salada incluye varias litofacies masivas (base, sección inferior y sección superior) y una litofacies rica en pómez (Cuadro 2.9). La base es toba gris claro con líticos no reconocibles; la sección inferior es una toba gris claro con disyunción columnar de orden métrico, líticos no reconocibles, lavas, pómez amarillo-verdosa y *fiammes* vítreos y la sección superior es una toba con líticos no reconocibles, pómez gris y *fiammes* grises, vítreos y escoriáceos. A su vez la litofacies rica en pómez es una toba gris claro con líticos no reconocibles y pómez amarillo-verdosa.

Litofacies masivas

Esta litofacies varía verticalmente desde su contacto inferior, el cual es una toba gris claro rica en litoclastos lávicos (45%), líticos no reconocibles de color rojo, gris y café claro (20%), pómez (20%) y fragmentos de vidrio (5%). En general presenta buena selección ($\sigma_{\phi} = 1,21$).

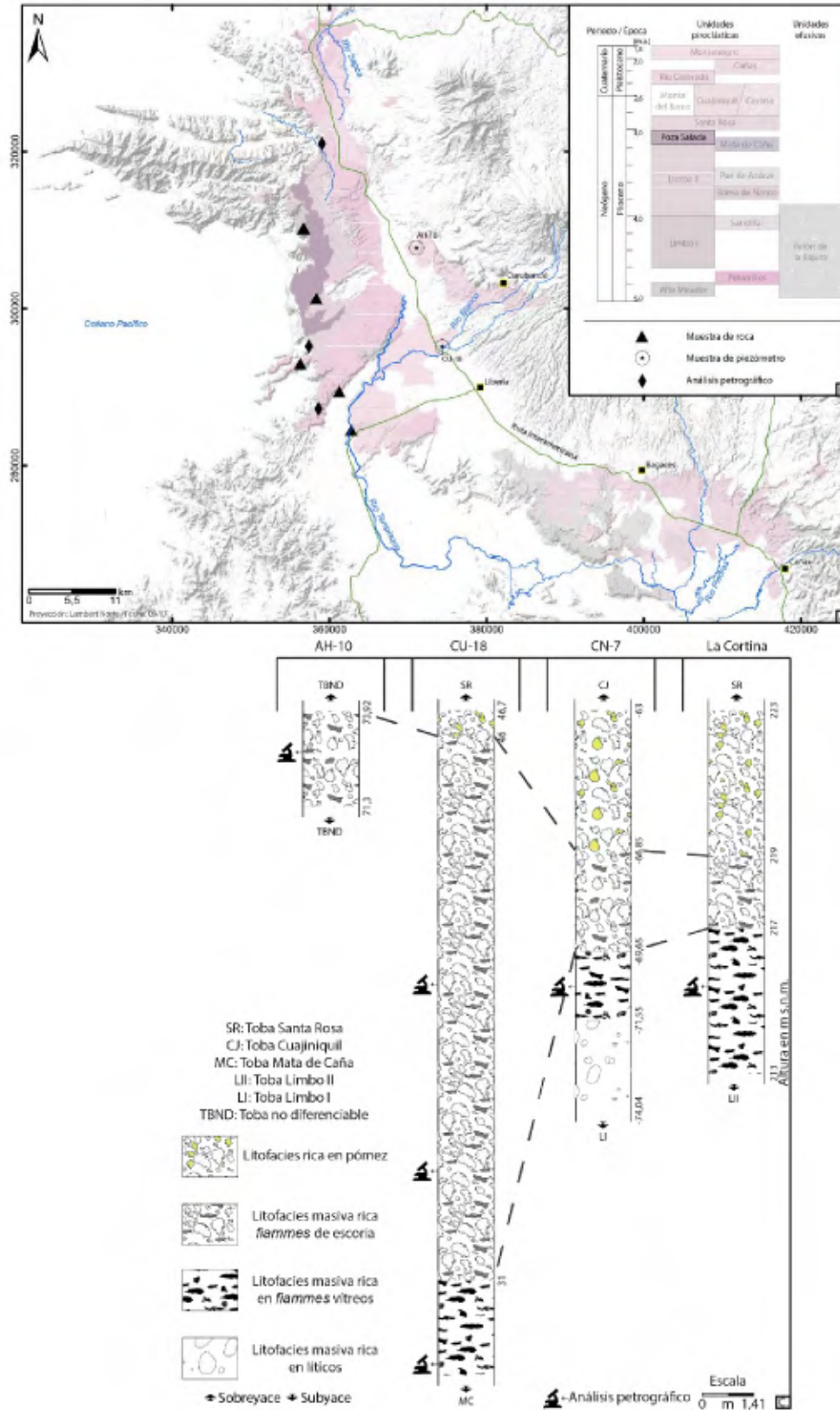


Figura 2.21 Toba Poza Salada A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Columna cronoestratigráfica del presente estudio. C. Piezómetros en los que se reconoció esta unidad.

La sección inferior esta litofacies es una toba gris claro con líticos no reconocibles (5 – 10%), angulares a subangulares, de hasta 20 mm. Pómez amarillo claro (5%), redondeada, de hasta 8 mm; pómez verde amarillenta (8%), irregular, de hasta 5 mm; pómez gris (2%), irregular, de hasta 5 mm y *fiammes* vítreos (15 – 50%) de hasta 900 x 230 mm, con fenocristales de plagioclasa (9%), tabular, de hasta 4 mm, agregados cristalinos verdes, posible epidota, (5%), amorfos, de 4 x 2 mm y vesículas (8%), amorfas, de hasta 1 mm. Buena selección ($\sigma_{\phi} = 1,9$) con contacto flotante y puntual, mientras que el soldamiento varía entre los rangos uno y seis ($OB = 0,28 - 0,92$) y una facies de cristalización de zona de esferulitos evidenciada por las texturas esferulítica y microlítica. En el camino a playa Naranjo es normal la materia orgánica (3%), en bloques angulares, de hasta 10 mm y es típica la visualización de disyunción columnar.

La sección superior de esta litofacies presenta fenocristales de plagioclasa (3 – 20%), tabular, de 2 mm. Lavas andesíticas negras (3 – 10%), angulares, de hasta 25 mm, con fenocristales de plagioclasa (40%), tabular, de 3 mm y líticos no reconocibles (3 – 8%), con tonos rojizos, anaranjados, negros y grises, con formas redondeadas a angulares, de hasta 40 mm. Pómez blanca (5%), amarillenta cuando se meteoriza, de hasta 12 x 4 mm, escoria gris oscuro (10 – 15%), colapsada, de 30 x 8 mm, y obsidiana (3 – 4%), amorfa, de hasta 40 mm. Esporádicamente presenta escorias irregulares de hasta 200 mm. Buena selección ($\sigma_{\phi} = 1,54$) con contacto flotante, soldamiento variable entre uno y cuatro ($OB = 0,45 - 0,78$) y algunas veces presenta vetas de calcita. En esta sección es típico encontrar fracturamiento columnar con diaclasas distanciadas hasta 1,5 m (Figura 2.22).

Cuadro 2.9 Estructura interna de la Toba Poza Salada

Soldamiento*	Litofacies	Características para su identificación
	Rica en pómez	Líticos no reconocibles y pómez amarillo verdosa
	Masiva	SSup.: Líticos no reconocibles, pómez gris y <i>fiammes</i> grises, vítreos y escoriáceos
	Masiva	SInf.: Columnar de orden métrico, líticos no reconocibles, lavas, pómez amarillo verdosa y <i>fiammes</i> vítreos
	Masiva	B.: Líticos no reconocibles

*Rango de soldamiento según Quane & Russell (2005a), B = Base, SInf = Sección Inferior y SSup = Sección Superior

Litofacies rica en pómez

Esta litofacies corresponde con una toba gris claro, rojo oscuro cuando se meteoriza, con fenocristales de plagioclasa (<10%), tabular, menor a 1 mm y piroxeno (5%), tabular, de 1 mm. Líticos gris oscuro y anaranjado (8 – 20%), subangulares a angulares, de hasta 25 mm. Pómez blancos y amarillos (15 – 30%), irregulares, de hasta 40 mm, con fenocristales de piroxeno (5%), redondeados,

menores a 1 mm y pómez anaranjada (40%), irregular, de hasta 20 mm. Muy buena selección ($\sigma_{\phi} = 0,73$) con contacto flotante.



Figura 2.22 Diaclasas verticales producto de disyunción columnar de la Toba Poza Salada.

Espesor y relaciones estratigráficas

Su mayor exposición es en el piezómetro CU-18. Sobreyace a las tobas Mata de Caña, Limbo I y Limbo II, y tobas indiferenciadas y es sobreyacida por las tobas Cuajiniquil y Santa Rosa, y tobas indiferenciadas.

Mecanismo de origen

La Toba Poza Salada se clasifica como un depósito de flujo de pómez rico en escoria, por sus altos contenidos de escoria y pómez.

Al tener una base rica en líticos, pero al no conocer la forma y tamaño de los mismos se identifica una fábrica direccional destruida por compactación del flujo. Las variaciones verticales se identifican como tres niveles diferentes: el inferior con un desarrollo de altos niveles de soldadura, un nivel intermedio enriquecido en escoria y con disyunción columnar y un nivel superior con un comportamiento de flujo granular que permitió la segregación de clastos de pómez. Esta sucesión es un indicativo de que las litofacies masivas sufrieron un enfriamiento uniforme, donde el aumento en soldadura está dado por carga.

La litofacies rica en pómez tiene mayores espesores en sitios cercanos a La Cortina (frente de algunos cientos de metros que representa el límite oeste de la Formación Bagaces), mientras que las litofacies masivas muestran sus mayores espesores cerca del eje del Sinclinal de Tobas (estructura de limitada por Bohnenberger (1968)), de ahí que se considere que los afloramientos cercanos al golfo de Papagayo concuerden con una facies distal y las muestras de piezómetros cercanos al pie de la cordillera volcánica de Guanacaste correspondan con una facies proximal o una facies intermedia afectada por un valle topográfico.

Toba Santa Rosa

Definida por Mansor (2005), como ignimbrita densamente a parcialmente soldada con pómez. Se muestra en ocho de los piezómetros descritos (AH-10, CN-1, CU-18, ME-3, ME-4, ME-5, ME-19 y PZ-02), con su sección estratigráfica más representativa en el piezómetro ME-19. Esta unidad es reconocible dentro del parque nacional Santa Rosa, al este del golfo de Papagayo y al sur de Bagaces y el lugar más lejano en el que fue reconocida es el sitio La Cortina (Figura 2.23).

Estructura interna y características para su identificación

En esta unidad se reconocen dos tipos de litofacies: masivas y una rica en pómez (Cuadro 2.10). Las litofacies masivas se identifican como: base, sección inferior, sección intermedia y sección superior. La base es una toba negra rojiza con líticos no reconocibles y *fiammes* blancos y negros; la sección inferior es una toba gris claro a violácea con líticos no reconocibles y *fiammes* negros; la sección intermedia es una toba gris claro a violácea con disyunción columnar, líticos no reconocibles, lavas, pómez blanca y *fiammes* blancos; la sección superior es una toba gris rosada a gris celeste con líticos no reconocibles, lavas, obsidiana, pómez gris y *fiammes* grises. Mientras que la litofacies rica en pómez es una toba gris rosada con líticos no reconocibles y pómez anaranjado.

Litofacies masivas

La base es una toba negra rojiza, con fenocristales de plagioclasa (4 – 25%), tabular, menor a 3 mm y piroxeno (9%), tabular, de 4 mm, en glomeropórfitos. Líticos grises, blanco y amarillo claro (15 – 20%), subredondeados, de hasta 8 mm; líticos anaranjados (4 – 5%), redondeados, de hasta 8 mm y líticos verde amarillento (3%), redondeados, de hasta 3 mm. Obsidiana (<2%), angular, de hasta 2 mm; pómez blanco amarillenta (1 – 8%), alargada, de hasta 3 mm; pómez anaranjado claro (1%), angular, de hasta 5 mm; *fiammes* blancos (2 – 10%), de hasta 12 x 2 mm; *fiammes* de obsidiana (10 – 20%), de hasta 30 x 5 mm, con plagioclasa (5%), tabular, de 2 mm y *fiammes* de pómez rojo claro (2 – 17%), de hasta 16 x 6 mm. Presenta contacto flotante a puntual y soldamiento de rango variable entre dos a cinco ($OB = 0,65 - 0,82$). Algunas características de esta litofacies son vetas rojas síliceas y fractura concoidea en la matriz.

La sección inferior es una toba gris claro a violácea, con fenocristales de plagioclasa (3 – 25%), tabular, de 4 mm, alteradas a epidota y piroxeno (3 – 9%), tabular, de 4 mm. Líticos blancos (4%), alargados, de hasta 4 mm; líticos anaranjados (2%), alargados, de hasta 5 mm; líticos café (1%), angulares, de hasta 5 mm; líticos rojos (3 – 5%), subredondeados a subangulares, menores a 3 mm y lavas (4 – 5%), subangulares a angulares, de hasta 11 mm. Obsidiana (<2%), angular, de hasta 4 mm; pómez blanca (<8%), irregular, de hasta 5 mm; pómez gris (3 – 5%), irregular, de hasta 5 mm; pómez verde amarillenta (<10%), irregular a alargada, de hasta 5 mm; pómez anaranjada (1%), redondeada, de hasta 5 mm; *fiammes* blancos (7 – 10%), de hasta 12 x 2 mm y *fiammes* negros (5 – 35%), de hasta 20 x 6 mm, esporádicamente con plagioclasa. Contiene contacto flotante, por otra parte el soldamiento varía de uno a cinco ($OB = 0,03 - 0,8$) y la facies de cristalización corresponde con zona de fase de vapor por la presencia de textura axiolítica.

Cuadro 2.10 Estructura interna de la Toba Santa Rosa

Soldamiento*	Litofacies	Características para su identificación
	Rica en pómez	Líticos no reconocibles y pómez anaranjada
	Masiva	SSup.: Líticos no reconocibles, lavas, obsidiana, pómez gris y <i>fiammes</i> grises
	Masiva	SInt.: Disyunción columnar, líticos no reconocibles, lavas, pómez blanca y <i>fiammes</i> blancos
	Masiva	SInf.: Líticos no reconocibles y <i>fiammes</i> negros
	Masiva	B.: Líticos no reconocibles y <i>fiammes</i> blancos y negros

*Rango de soldamiento según Quane & Russell (2005a), B = Base, SInf = Sección Inferior, Sint = Sección Intermedia y SSUp = Sección Superior

La sección intermedia es una toba gris claro a violácea, con fenocristales de plagioclasa (3 – 15%), tabular, de 4 mm, algunas alteradas a epidota y piroxeno (2%), tabular, de 1 mm. Líticos anaranjados (<4%), angulares, de hasta 5 mm; líticos grises (3 – 10%), subredondeadas, de hasta 12 mm y lavas (<5%), angulares a subangulares, de hasta 15 mm. Obsidiana (<5%), amorfa, de hasta 10 mm; pómez rosada (6%), irregular, de hasta 7 mm; pómez blanca (2 – 5%), amorfa, de hasta 15 mm; pómez anaranjada (3 – 9%), irregular, de hasta 7 mm; *fiammes* verde amarillento (9%), de hasta 7 x 3 mm; *fiammes* anaranjada (2 – 6%), de hasta 9 x 3 mm y *fiammes* blancos (3 – 10%), de hasta 40 x 8 mm. Exhibe contacto flotante. A su vez las mediciones de soldamiento indican un valor de uno ($OB = 0,37 - 0,4$) con una facies de cristalización de zona fase de vapor a partir de textura axiolítica. Son típicas las manchas negras y anaranjadas. En esta sección es típica la disyunción columnar.

La sección superior es una toba gris rosada a gris celeste, con fenocristales de plagioclasa (5 – 20%), tabular, de 2 mm, algunas alteradas a epidota y piroxeno (3 – 10%), tabular, menor a 1 mm. Líticos grises (4 – 5%), subangulares a angulares, de hasta 8 mm; líticos blancos (3%), subredondeados a subangulares, de hasta 3 mm; líticos anaranjados (5%), irregulares, de hasta 4 mm y lavas (3 – 5%), angulares a subredondeadas, de hasta 10 mm. Obsidiana (3 – 10%), amorfa, de hasta 40 mm, con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, menor a 1 mm; pómez blanca y gris (10%), irregular, de hasta 20 mm; *fiammes* grises (5 – 10%), de hasta 40 x 2 mm, algunas con fenocristales de piroxeno (10%), tabular, menor a 1 mm y plagioclasa fracturada (3%), tabular, menor a 1 mm; *fiammes* de pómez blanca (5%), de hasta 25 x 2 mm y *fiammes* rosados y anaranjados (7%), de hasta 20 mm. Expone contacto flotante y un soldamiento de rango dos ($OB = 0,56 - 0,61$).

Litofacies rica en pómez

Esta litofacies corresponde con una toba gris rosada, con fenocristales de plagioclasa (3 – 10%), tabular, de 2 mm, algunas alteradas a epidota y piroxeno (10 – 15%), tabular, menor a 1 mm. Líticos gris y morado (<3%), angulares a subredondeados, de hasta 5 mm; líticos blancos y amarillo claro (2%), subredondeados, de hasta 3 mm y líticos anaranjados (3 – 15%), angulares a subredondeados, de hasta 5mm y lavas (10%), angulares a subredondeadas, de hasta 15 mm, meteorizadas, donde algunas presentan aureola de oxidación. Obsidiana (2%), subangular, menor a 1 mm y pómez anaranjada y gris (5 – 30%), amorfa, de hasta 45 x 30 mm, las más grandes con fenocristales de plagioclasa (30%). El contacto flotante a puntual es típico en macroscopía y soldamiento de rango dos ($OB = 0,54$).

Espesor y relaciones estratigráficas

El mayor espesor observado fue de 24,81 m en el piezómetro CU-18. Subyaciendo a la Toba Santa Rosa están las tobas Mata de Caña y Poza Salada, tobas indiferenciadas y las Lavas Pelón de la Bajura, mientras que es sobreyacida por las tobas La Casona y Río Colorado, y tobas indiferenciadas.

Mecanismo de origen

Esta unidad concuerda con una ignimbrita por su alto contenido de pómez en las litofacies. La variación en el soldamiento de la sucesión de litofacies masivas se considera consecuencia de un proceso de enfriamiento común afectado por carga.

La litofacies rica en pómez tiene sus mayores espesores cerca del pueblo de Guardia al oeste de Liberia y la litofacies masiva cerca de lo que Bohnenberger (1968) nombró como el Sinclinal de Tobas. Por tanto, se correlacionan los mayores espesores de la litofacies rica en pómez a la facies distal del evento piroclástico y los grandes espesores de la litofacies masiva son producto de acumulación de material por el Sinclinal de Tobas o se relacionan a la zona proximal del mismo evento.

Toba La Casona

Definida por Ziegler (2005), como una ignimbrita con variaciones en soldamiento, cuya principal característica es el reconocimiento de escorias de orden decimétrico. Fue visualizada en seis piezómetros (AH-10, CN-1, CU-16, CU-18, ME-3 y ME-4), y su mejor exposición es en el ME-3 (Figura 2.24). Se distribuye ampliamente al este de la península de Santa Elena, sin embargo usualmente se presenta en afloramientos aislados y el punto de reconocimiento más distal es el sitio La Cortina.

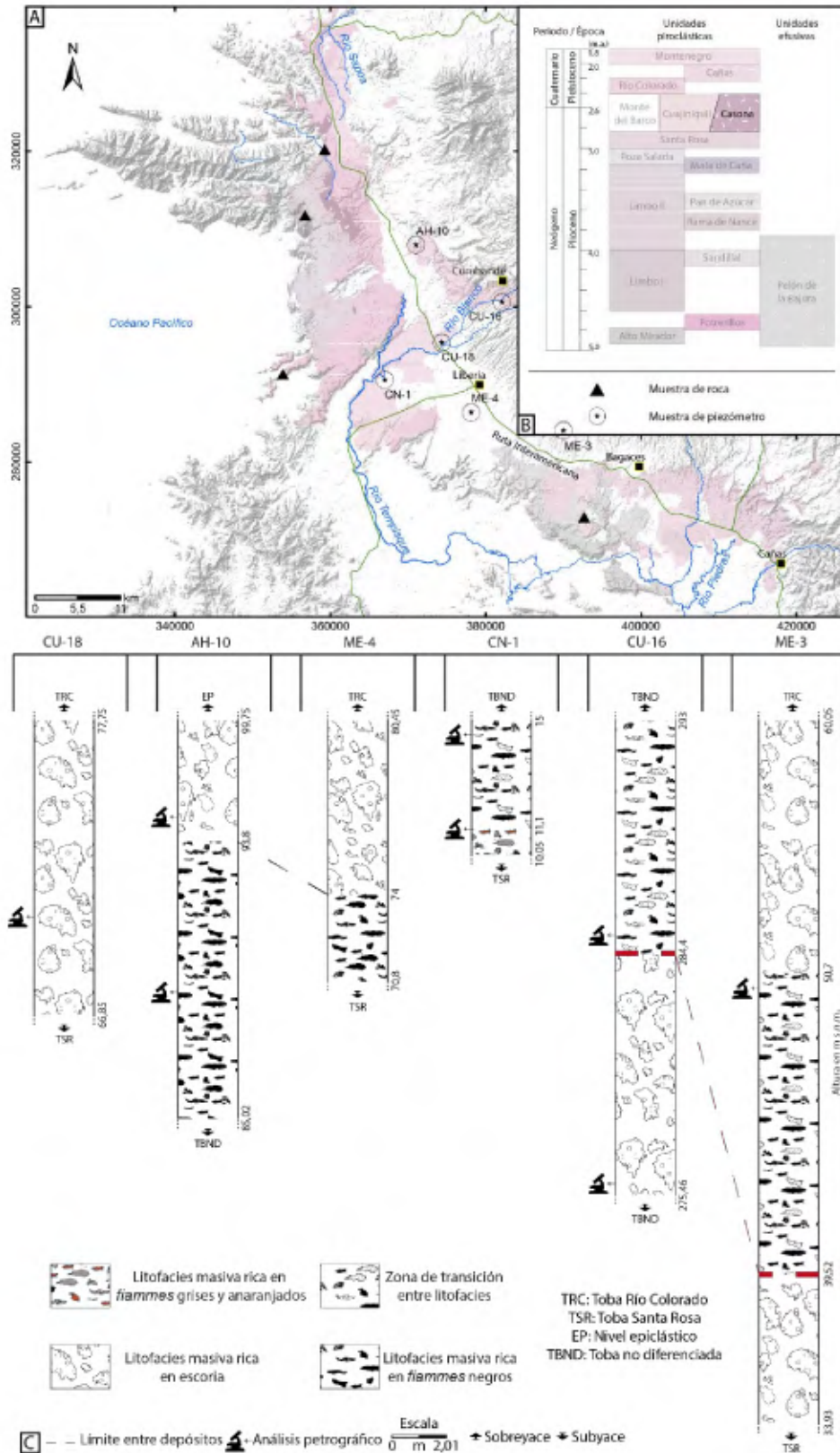


Figura 2.24 Toba La Casona A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Columna cronoestratigráfica del presente estudio. C. Piezómetros en los que se reconoció esta unidad.

Estructura interna y características para su identificación

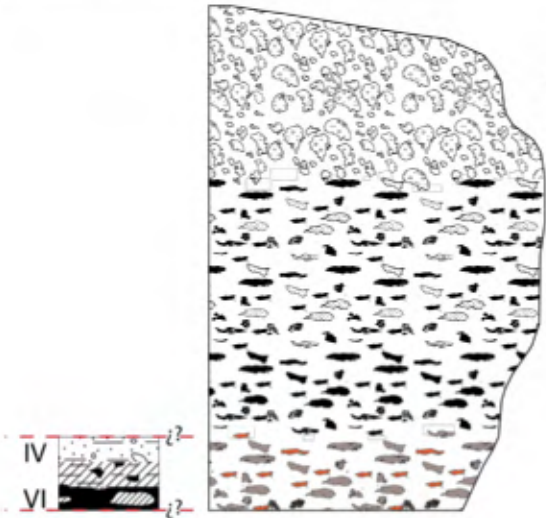
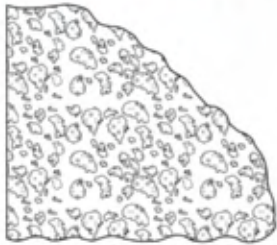
Constituida por dos depósitos piroclásticos (Cuadro 2.11); el depósito Inferior tiene una litofacies rica en escoria correspondiente con una toba café con líticos no reconocibles, lavas y escoria. El depósito Superior presenta varias litofacies masivas y una litofacies rica en escoria. Las litofacies masivas se reconocen como: sección inferior, intermedia y superior. La sección inferior es una toba gris clara a café grisácea con líticos no reconocibles y *fiammes* grises y anaranjados; la sección intermedia es una toba gris a café grisáceo con líticos no reconocibles, obsidiana y *fiammes* vítreos y la sección superior es una toba café con tonos morado, gris y anaranjado, con líticos no reconocibles, escoria y *fiammes* vítreos. Por último, la litofacies rica en escoria es una toba café oscuro a café claro con líticos no reconocibles, lavas, obsidiana y escoria.

Depósito Inferior

Litofacies rica en escoria

El depósito inferior consta de una sola litofacies rica en escoria café con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, de 3 mm. Líticos negros (5%), angulares, de 2 mm; anaranjados (3 – 15%), angulares, de hasta 18 mm; blancos (5 – 15%), angulares, de hasta 50 mm y grises (3%), angulares, de 10 mm, y lavas andesíticas (8%), angulares, de hasta 100 mm, algunas vesiculares. Escoria (8 – 50%), amorfa, de hasta 60 mm y pómez amarilla (5%), irregular, de 6 mm. Buena selección ($\sigma_\phi = 1,07$) con contacto flotante.

Cuadro 2.11 Estructura interna de la Toba La Casona

Soldamiento*	Litofacies	Características para su identificación
	Rica en escoria	Líticos no reconocibles, lavas, obsidiana y escoria
	Masiva	SSup.: Líticos no reconocibles, escoria y <i>fiammes</i> vítreos
	Masiva	SInt.: Líticos no reconocibles, obsidiana y <i>fiammes</i> vítreos
	Masiva	SInf.: Líticos no reconocibles y <i>fiammes</i> grises y anaranjados
	Rica en escoria	Líticos no reconocibles, lavas y escoria

*Rango de soldamiento según Quane & Russell (2005a), SInf = Sección Inferior, Sint = Sección Intermedia y SSup = Sección Superior

Depósito Superior

Litofacies masivas

La sección inferior se compone de una toba gris clara a café grisácea con fenocristales de plagioclasa (5 – 15%), tabular, de hasta 2 mm y piroxeno (<1%), tabular, menor a 1 mm. Líticos negros (3%), angulares a subangulares, de hasta 3 mm y anaranjados (2%), subredondeados, de 3 mm. Pómez amarillo claro a anaranjado claro (5%), subredondeada, de hasta 10 mm; *fiammes* grises (2%) de 5 x <1 mm y *fiammes* anaranjados (2 – 20%), de hasta 42 x 12 mm. Bien seleccionada ($\sigma_{\phi} = 1,82$), con contacto flotante y fracturas irregulares. Con facies de cristalización de una zona parcialmente desvitrificada por la presencia de textura microlítica indicando un soldamiento de rango variable entre cuatro y seis.

La sección intermedia corresponde con una toba gris a café grisáceo con vesículas (8%), redondeadas, de hasta 1 mm y fenocristales de plagioclasa (10 – 70%), tabular, de hasta 2 mm. Líticos blancos (1%), redondeados, de hasta 5 mm; amarillo claro (3 – 15%), subangulares a subredondeados, de hasta 30 mm; gris claro (3 – 4%), subangulares a angulares, de hasta 5 mm y anaranjados (2 – 4%), subredondeados a redondeados, de hasta 3 mm. Escoria (<6%), angular de hasta 35 mm; obsidiana (2 – 3%), subangular a angular, de 5 mm, las más grandes con plagioclasa (10%), tabular, menor a 1 mm; pómez blanca (2%), irregular, de hasta 2 mm; pómez amarillenta (<10%), anaranjada cuando está meteorizada, angular a subredondeada, de hasta 25 mm y *fiammes* negros (3 – 70%), de hasta 45 mm, las más grandes con fenocristales de plagioclasa (5%), tabulares, de 1 mm. Presenta contacto flotante.

La sección superior es una toba café con tonos morado, gris y anaranjado y fenocristales de plagioclasa (4 – 5%), tabular, menor a 1 mm. Líticos anaranjados (3 – 10%), angulares, de hasta 4 mm; amarillos (6 – 10%), subredondeados a redondeados, de hasta 10 mm; blancos (10%), angulares a subredondeados, de hasta 5 mm y negros (3%), angulares, de 3 mm, y lavas (<8%), angulares a subredondeadas, de hasta 100 mm. Pómez blanca (2 – 5%), redondeada, de hasta 4 mm; pómez gris oscuro (12%), angular, de 7 mm y *fiammes* de escoria (9 – 25%), de hasta 40 x 8 mm. Contiene contacto flotante. Hacia la base aparecen *fiammes* de vidrio, de hasta 60 x 15 mm, algunos con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de 2 mm. Hacia el techo las escorias, redondeada, de hasta 200 mm.

Litofacies rica en escoria

Esta litofacies comprende una toba café oscuro a café claro con fenocristales de plagioclasa (3 – 10%), tabular, de hasta 2 mm y piroxeno (3%), tabular, menor a 1 mm. Líticos blancos (6%), redondeados, de 3 mm; anaranjados (3 – 15%), angulares, de hasta 10 mm; rojos (5%), angulares, de 20 mm y lavas (3 – 20%), subangulares a angulares, de hasta 30 mm, con fenocristales de plagioclasa (30%), tabular, menor a 1 mm. Escoria (10 – 20%), amorfa, de hasta 80 mm con fenocristales de plagioclasa (10 – 15%), tabular, de 4 mm; obsidiana (3 – 5%), angular, de hasta 10 mm, las más grandes con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, menor a 1 mm; pómez café (3 – 5%), subredondeada a amorfa, de hasta 15 mm. Buena selección ($\sigma_{\phi} = 1,82$) con contacto flotante. Hacia la base presenta *fiammes* negros, de hasta 45 mm y *fiammes* de escoria, de hasta 40 mm.

Espesor y relaciones estratigráficas

La sección más espesa de esta unidad es de 40,85 m en el piezómetro ME-3. Sobreyace a la Toba Santa Rosa y tobas indiferenciadas y es sobreyacida por la Toba Río Colorado, tobas indiferenciadas y niveles epiclásticos.

Mecanismo de origen

De acuerdo con las características petrográficas los depósitos Superior e Inferior de la Toba La Casona se clasifican como depósitos de flujos de pómez con enriquecidos en líticos.

El depósito Inferior tiene un mayor espesor en los piezómetros cercanos a Curubandé y el depósito Superior los mayores espesores se ubican cercanos al Sinclinal de Tobas (Bohnenberger, 1968). Con los datos anteriores se infiere un posible centro eruptivo para el depósito Inferior cercano al pueblo de Curubandé y que la acumulación de material del depósito Superior cerca al Sinclinal de Tobas permitió el desarrollo de diferentes etapas de soldamiento.

Toba Cuajiniquil

Esta unidad corresponde con una toba blanca masiva. Fue reconocida en cuatro piezómetros (CN-1, CN-7, PZ-01 y PZ-04) y las mejores secciones estratigráficas son los cortes de carretera ubicados después del desvío de la ruta Interamericana al pueblo de Cuajiniquil. El sitio más distal en que se identificó fue al norte del centro poblacional de La Cruz (Figura 2.25).

Estructura interna y características para su identificación

La Toba Cuajiniquil se compone de una litofacies masiva rica en pómez, y se caracteriza por ser una toba blanca con pómez blanca y cumulitos de cuarzo, la cual por efecto de erosión conforma bloques de hasta orden métrico (Cuadro 2.12).

Litofacies masiva rica en pómez

Esta litofacies en macroscopía es una toba blanca (poco meteorizada) a gris claro (meteorizada) con fenocristales de plagioclasa (3 – 6%), tabular, de 2 mm, piroxeno (<6%), tabular, de 2 mm y vesículas (3 – 8%), redondeadas, de hasta 3 mm, algunas rellenas de cuarzo y otras con bordes anaranjados y verde amarillentos. Líticos anaranjados (<6%), irregulares, de hasta 3 mm; líticos negros (<1%), amorfos, de hasta 2 mm; líticos gris oscuro (10%), angulares, menores a 2 m y lavas andesíticas (8%), angulares, de hasta 12 mm, con fenocristales de plagioclasa (25%), tabular, de 2 mm. Pómez blanca (2 – 10%), amarillenta por meteorización, amorfa, de hasta 21 x 14 mm; pómez verde amarillenta (<20%), irregular, de hasta 10 mm; *fiammes* blancos (2 – 5%), de hasta 4 x 1 mm; *fiammes* anaranjados (2 – 3%), de hasta 16 x 2 mm y *fiammes* negros (<8%), de hasta 8 x 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante y soldamiento variable entre dos y seis ($OB = 0,67 - 0,88$), corroborada con una facies de cristalización de zona de esferulitos. Algunas veces se observa textura perlítica en la matriz y aflora dispuesta en bloques de hasta orden métrico.

Espesor y relaciones estratigráficas

El mayor espesor de esta unidad medido fue de 13,7 m. La Toba Cuajiniquil es subyacida y sobreyacida por tobas indiferenciadas y rocas epiclásticas.

Mecanismo de origen

Representa un depósito de flujo de pómez bimodal compuesto principalmente por matriz y pómez. Al poseer una única litofacies masiva sin variaciones verticales, con un amplio rango de

soldamiento, se considera que el depósito tuvo un enfriamiento uniforme y el soldamiento es a consecuencia del efecto de la carga.

Se considera que esta unidad tiene un comportamiento similar a la Toba Limbo II con un emplazamiento a través de valles topográficos, con dos lóbulos principales: el primero en dirección hacia la península Santa Elena y el segundo con dirección a playas del Coco.

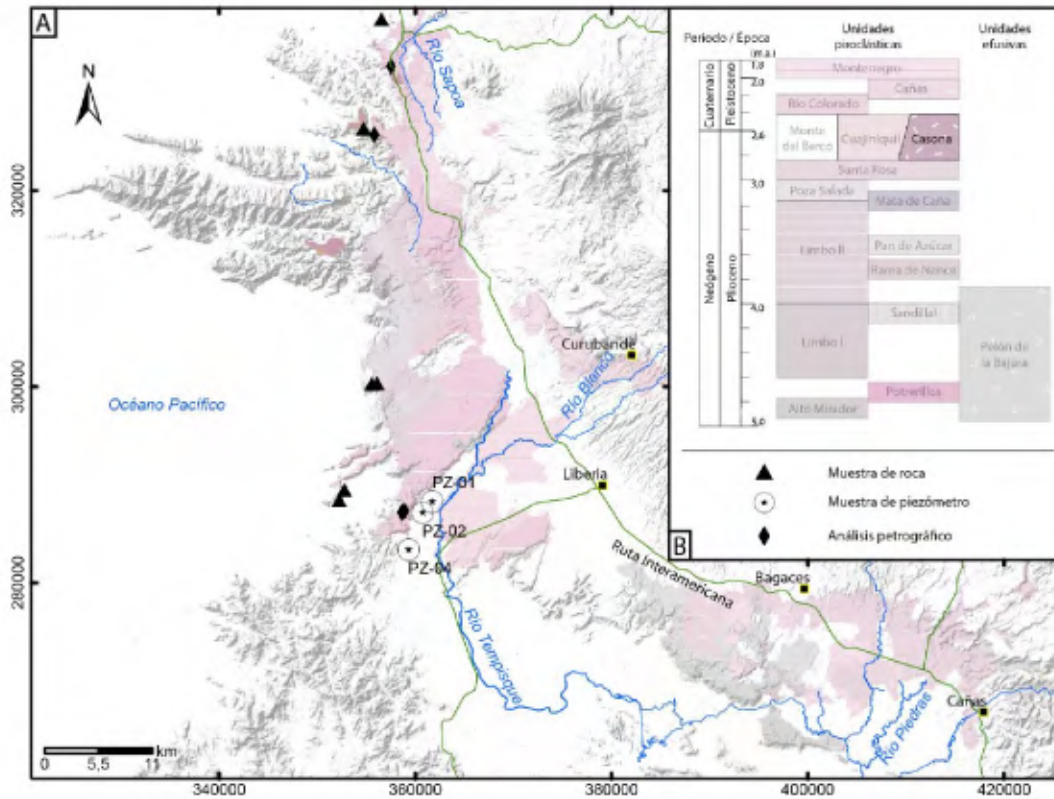


Figura 2.25 Toba Cuajiniquil A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Columna cronoestratigráfica del presente estudio

Cuadro 2.12 Estructura interna de la Toba Cuajiniquil

Soldamiento*	Litofacies	Características para su identificación
	Masiva rica en pómez	Afloramientos blocos con pómez blanca

*Rango de soldamiento según Quane & Russell (2005a)

Litofacies Monte del Barco

Nombrada por Schindlbeck *et al.* (2016) como Ignimbrita Abomal; esta unidad es una toba que varía de una base rica en *fiammes* a un techo rico en pómez. Esta unidad se reconoció en dos piezómetros (CN-1 y CN-7). Es ubicada y reconocida como parte de la Toba Río Colorado (P. Denyer,

com. esc., 2017), sin embargo en el presente estudio se encontraron diferencias petrográficas con esta unidad en la hacienda Monte del Barco en las cercanías del golfo de Papagayo (Figura 2.26).

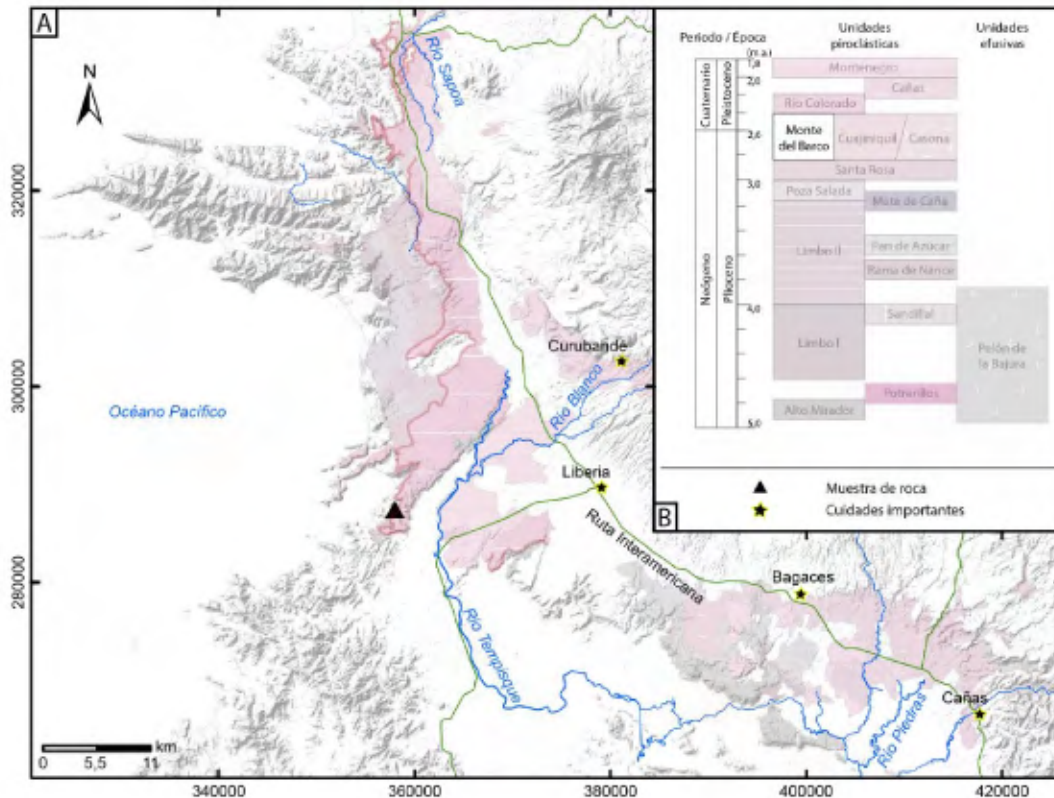


Figura 2.26 Litofacies Monte del Barco A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Columna cronoestratigráfica del presente estudio

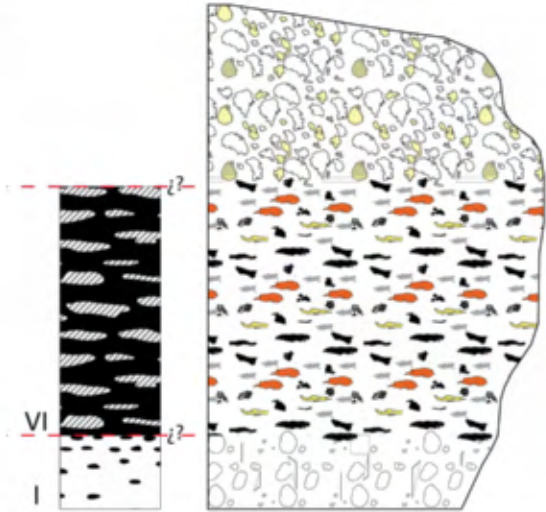
Estructura interna y características para su identificación

Esta unidad se encuentra conformada por dos litofacies masivas y una litofacies rica en pómez (Cuadro 2.13). Las litofacies masivas son nombradas: sección inferior y superior. La sección inferior concuerda con una toba gris oscuro con disyunción columnar y líticos no reconocibles y la sección superior es una toba negra con líticos no reconocibles y *fiammes* de pómez. Por otra parte, la litofacies rica en pómez es una toba gris claro con lavas y pómez verde amarillenta, gris y blanca.

Litofacies masivas

A continuación, se describen las variaciones verticales de esta litofacies. La sección inferior, corresponde con una toba gris oscuro con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm y piroxeno (3%), granular uniforme, de 1 mm. Líticos no reconocibles blancos (4%), irregulares, de hasta 3 mm; líticos negros (5%), angulares, de hasta 2 mm y líticos grises (1%), angulares, de hasta 4 mm. Exhibe contacto flotante y soldamiento uno ($OB = 0,43$). En la base de esta sección se visualizan clastos imbricados y el techo de esta sección tiende a formar disyunción columnar.

Cuadro 2.13 Estructura interna de la Litofacies Monte del Barco

Soldamiento*	Litofacies	Características para su identificación
	Rica en pómez	Lavas y pómez verde amarillenta, gris y blanca
	Masiva	SSup.: Líticos no reconocibles y <i>fiammes</i> de pómez
	Masiva	SInf.: Disyunción columnar y líticos no reconocibles

*Rango de soldamiento según Quane & Russell (2005a). SSup.: Sección Superior y SInf.: Sección Inferior.

La sección superior es una toba negra con fenocristales de plagioclasa (25%), tabular, de 1 mm. Líticos gris oscuro (8%), irregulares, de hasta 25 mm. *Fiammes* de pómez gris claro (30%), amorfa, de hasta 19 x 10 mm. Muestra contacto flotante, mientras que el soldamiento es de rango seis ($OB = 0,86$) y facies de cristalización de zona fase de vapor con textura axiolítica.

Litofacies rica en pómez

Esta litofacies es una toba gris claro (poco meteorizada) a café (fuertemente meteorizada) con fenocristales de plagioclasa (4%), tabular, de 2 mm. Líticos anaranjados (2%), subredondeados, de hasta 8 mm y lavas andesíticas gris verdosas (<10%), angulares, de hasta 50 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de 2 mm. Pómez gris (8%), alargada, de hasta 16 x 7 mm y pómez blanca (20 – 60%), rosada y amarilla (meteorizada), amorfa, de hasta 150 mm. Expone contacto flotante y soldamiento rango seis con facies de cristalización de zona fase de vapor, determinada por textura axiolítica.

Espesor y relaciones estratigráficas

La sección estratigráfica más espesa es de 17 m. Sobreyace tobas indiferenciadas y es sobreyacida por la Toba Río Colorado.

Mecanismo de origen

Esta unidad se identifica como una ignimbrita, por su alto contenido de fragmentos de pómez.

Al tener una base rica en líticos imbricados de tamaño pequeño, se identifica una fábrica direccional con un amplio tiempo de residencia de los clastos en la zona de cizalla. Seguido presenta un enriquecimiento en *fiammes* y finalmente un techo rico en pómez por lo que se interpreta un enfriamiento uniforme en toda la unidad con soldamiento en la sección superior por carga.

Toba Río Colorado

Definida por Kempter (1997) como una ignimbrita gris lavanda, moderadamente soldada; mientras que David (2005), la describe como una toba incipientemente soldada a no soldada con *fiammes* rojizos en el techo. Fue identificada en once piezómetros (CN-1, CN-7, CU-16, CU-18, ME-3, ME-4, ME-5, ME-12, ME-19, PZ-02 y PZ-04), de los cuales en ME-12 y ME-5 están las mejores secciones estratigráficas de los depósitos Inferior y Superior respectivamente, y es reconocible desde La Cruz hasta el sur de Bagaces (Figura 2.27).

Estructura interna y características para su identificación

Se reconocen dos depósitos de corrientes de densidad piroclástica (Cuadro 2.14). Ambas con litofacies masivas y una litofacies rica en pómez.

Las litofacies masivas del depósito Inferior se describen desde la base hasta una sección superior. Una base conformada por una toba amarilla claro con líticos no reconocibles y lavas; la sección inferior es una toba gris oscuro a negra con líticos no reconocibles y *fiammes* anaranjados y negros; la sección intermedia es una toba gris claro a oscuro con líticos no reconocibles, escoria, pómez anaranjada y *fiammes* anaranjados y la sección superior es una toba gris oscuro a rosada con disyunción columnar incipiente, lavas, pómez amarillo verdoso y gris y *fiammes* gris. La litofacies rica en pómez es una toba gris claro con líticos no reconocibles y pómez blanca.

En el caso del depósito Superior, las litofacies masivas se identifican desde una base a un techo. La base está constituida por una toba blanca con pómez blanca; la sección inferior es una toba negra a gris claro blocosa, con líticos no reconocibles y *fiammes* anaranjados y negros; la sección intermedia es una toba gris con líticos no reconocibles, escoria y *fiammes* anaranjados y vítreos; la sección superior es una toba gris claro con disyunción columnar, líticos no reconocibles, pómez gris y anaranjada y *fiammes* gris y el techo es una toba anaranjada a gris con líticos no reconocibles, lavas y pómez anaranjada. Por último la litofacies rica en pómez es una toba blanca verdosa con líticos no reconocibles y pómez anaranjada.

Depósito Inferior

Litofacies masivas

La base es con una toba amarillo claro, con fenocristales de plagioclasa (5 – 10%), tabular, de 3 mm y piroxeno (15%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (1%), angulares, de hasta 3 mm; líticos no reconocibles grises (9%), irregulares, de hasta 10 mm y lavas andesíticas (5 – 40%) angulares, de hasta 40 mm con fenocristales de plagioclasa (30%), tabular, de 2 mm. Pómez amarillo verdosa (3%), irregulares, de hasta 5 mm y *fiammes* grises (3%), de hasta 13 x 1 mm. A escala de afloramiento el contacto es flotante. Es típico de esta litofacies que la plagioclasa rodee a los clastos.

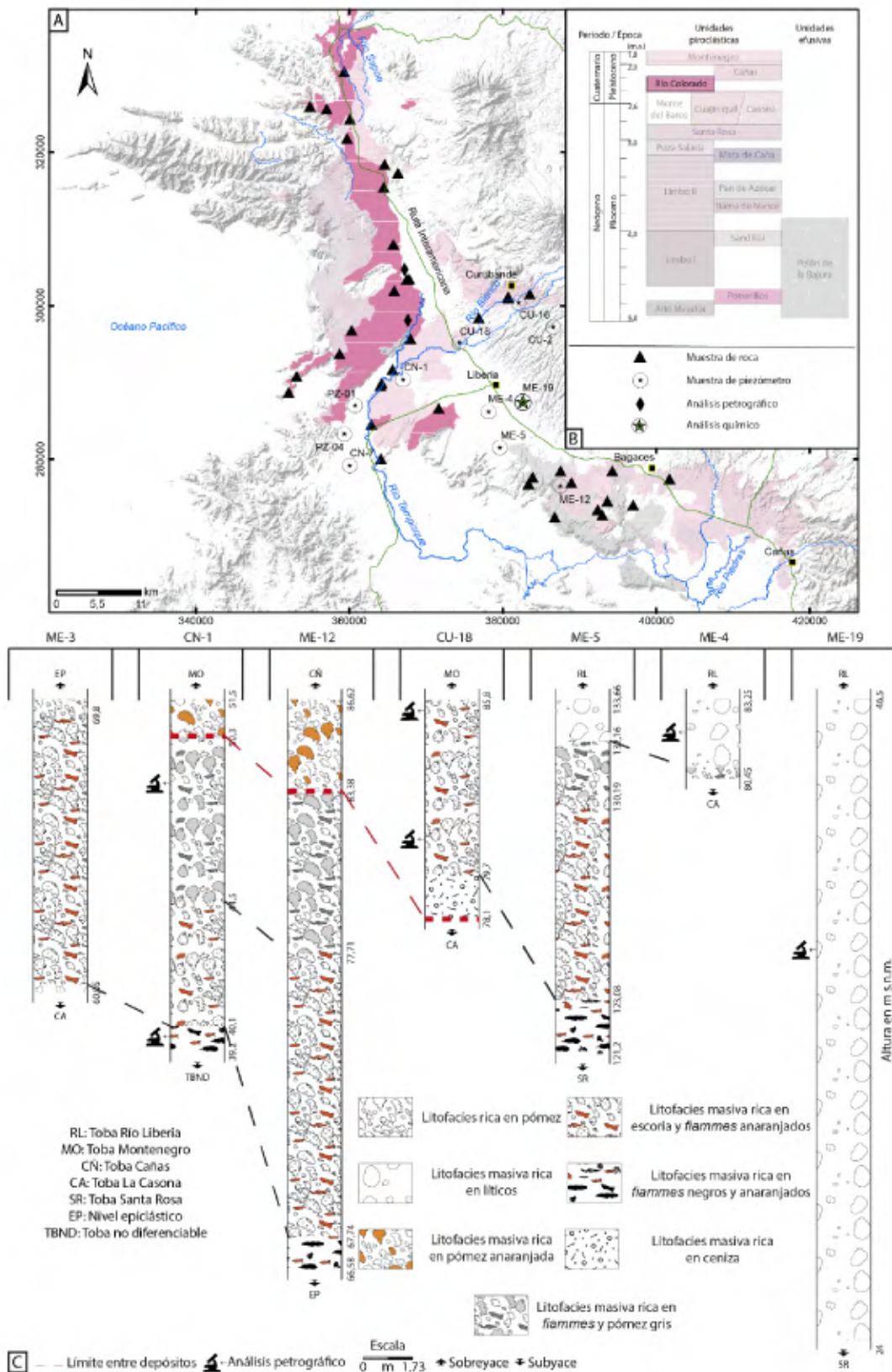

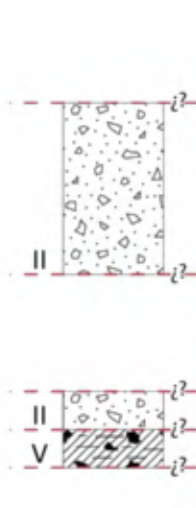


Figura 2.27 Toba Río Colorado A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Columna cronoestratigráfica del presente estudio. C. Piezómetros en los que se reconoció esta unidad.

Cuadro 2.14 Estructura interna de la Toba Río Colorado

Soldamiento*	Litofacies	Características para su identificación
	Rica en pómez	Líticos no reconocibles y pómez anaranjada
	Masiva	T.: Líticos no reconocibles, lavas y pómez anaranjada
	Masiva	SSup.: Disyunción columnar, líticos no reconocibles, pómez gris y anaranjada y <i>fiammes</i> gris
	Masiva	SInt.: Líticos no reconocibles, escoria y <i>fiammes</i> anaranjados y vítreos
	Masiva	SInf.: Blocoso, líticos no reconocibles y <i>fiammes</i> anaranjados y negros
	Rica en pómez	Líticos no reconocibles y pómez blanca
	Masiva	SSup.: Disyunción columnar incipiente, lavas, pómez amarillo verdoso y gris y <i>fiammes</i> grises
	Masiva	SInt.: Líticos no reconocibles, escoria, pómez anaranjada y <i>fiammes</i> anaranjados
	Masiva	SInf.: Líticos no reconocibles y <i>fiammes</i> anaranjados y negros
	Masiva	B.: Líticos no reconocibles y lavas

*Rango de soldamiento según Quane & Russell (2005a), B = Base, SI_{nf} = Sección Inferior, SI_{nt} = Sección Intermedia, SS_{up} = Sección Superior y T = Techo

La sección inferior es una toba gris oscuro a negra, violácea cuando está meteorizada, con fenocristales de plagioclasa (<5 – 20%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles blancos (2%), angulares, de hasta 3 mm; líticos anaranjados (<4%), redondeados a angulares, de hasta 7 mm; líticos grises (<15%), angulares, de hasta 6 mm y lavas andesíticas (<4%), angulares, de hasta 11 mm, con fenocristales de plagioclasa (20%), tabular, de 2 mm. Obsidiana (<15%), angular a subangular, de hasta 12 mm; escoria negra (1%), irregular, de hasta 8 mm; pómez blanca a amarillenta (<6%), redondeada, de hasta 3 mm; pómez anaranjada (2 – 10%), redondeada a subredondeada, de hasta 2 mm; pómez gris (2%), irregular, de hasta 7 mm; *fiammes* grises (6%), de hasta 10 x 3 mm; *fiammes*

blancos (6%), de hasta 10 x 3 mm; *fiammes* negros (3 – 15%), de hasta 36 x 4 mm, algunos con fenocristales de plagioclasa (7 – 60%), tabular, de 3 mm y *fiammes* anaranjados (5%), de hasta 10 x 3 mm. Buena selección ($\sigma_0 = 1,77$) con contacto flotante. A su vez el soldamiento varía entre dos y cinco ($OB = 0,58 - 0,82$). Es usual en esta sección que los bordes de las rocas sean negros, algunas veces los componentes indican la dirección del flujo y la presencia de afloramientos blocosos.

La sección intermedia es una toba gris claro a oscuro, café cuando se encuentra meteorizada, con fenocristales de plagioclasa (<7%), tabular, de 2 mm y piroxeno (1%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles blancos (10%), irregulares, de hasta 3 mm; líticos anaranjados (<20%), irregulares, de hasta 25 mm; líticos gris oscuro (10%), irregulares, de hasta 8 mm y lavas andesíticas (<3%), angulares, de hasta 8 mm, con fenocristales de plagioclasa (15%), tabular, de 1 mm. Obsidiana (<8%), subangular, de hasta 41 x 9 mm; escoria negra (2 – 7%), amorfa, de hasta 40 mm, algunas con fenocristales de plagioclasa (2 – 10%), tabular, de 2 mm, con alteración a epidota y piroxeno (5%), tabular, menor a 1 mm; pómez gris oscuro (3 – 15%), irregular, de hasta 25 x 9 mm; pómez amarillo claro a verde amarillenta (<6%), irregular, de hasta 4 x 2 mm; pómez anaranjada (<8%), redondeada, de hasta 5 x 1 mm; *fiammes* anaranjados (3 – 10%), de hasta 20 x 2 mm y *fiammes* blancos (<8%), de hasta 14 x 5 mm. En muestra de mano el contacto es flotante. Esporádicamente se identificaron pómez blancas, amorfas, de hasta 40 mm.

La sección superior corresponde con una toba gris oscuro a rosada, con fenocristales de plagioclasa (3 – 20%), tabular, de 3 mm y piroxeno (3 – 7%), tabular, menor a 1 mm; algunas plagioclasas con alteración a epidota. Líticos anaranjados (<5%), angulares, de hasta 3 mm y lavas andesíticas (<5%), angulares, de hasta 25 mm. Obsidiana (2 – 3%), subredondeada, de hasta 5 mm; pómez gris (5 – 10%), amorfa, de hasta 45 x 7 mm; pómez amarillo verdoso (<2%), redondeada, de hasta 3 x 2 mm; *fiammes* grises (2 – 5%), de hasta 10 x 2 mm; *fiammes* amarillos (3%), de hasta 27 x 6 mm y *fiammes* anaranjados (1%), de hasta 4 x 1 mm. Buena selección ($\sigma_0 = 1,93$) con contacto flotante y soldamiento rango dos ($OB = 0,63$). Son típicos los frentes de meteorización amarillo claro de hasta 3 mm; vetas anaranjadas menores a 1 mm y la presencia de pómez carcomida (Figura 2.28), además, de la presencia de disyunción columnar incipiente y vetas silíceas (Figura 2.29).



Figura 2.28 Fiammes carcomido



Figura 2.29 Disyunción columnar incipiente

Litofacies rica en pómez

Esta litofacies es una toba gris claro meteorizada adquiere un color anaranjado, con fenocristales de plagioclasa (2 – 5%), tabular, de 2 mm. Líticos negros (1%), angulares, de hasta 2 mm. Pómez blanca (15%), alargada e irregular, de hasta 5 mm. Presenta contacto flotante.

Depósito Superior

Litofacies masivas

La base es una toba blanca, con fenocristales de plagioclasa (10 – 15%), tabular, menor a 1 mm. Líticos negros y cafés (8%), angulares, menores a 1 mm. Pómez blanca (5 – 15%), amorfa, de hasta 20 mm. Contiene contacto flotante.

La sección inferior corresponde con una toba negra a gris claro, violácea con el aumento de meteorización, con fenocristales de plagioclasa (2 – 40%), tabular, de 3 mm y piroxeno (<1%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (<10%), redondeados a subredondeados, de hasta 8 mm; blancos (<3%), redondeados, de hasta 5 mm; grises (2%), subredondeados a angulares, de hasta 5 mm; cafés (1%), angulares, de hasta 2 mm y lavas andesíticas (<8%), angulares a subangulares, de hasta 22 mm, con fenocristales de plagioclasa (15%), tabular, menor a 1 mm. Obsidiana (<4%), angular, de hasta 7 mm; pómez blanca (<8%), redondeada, de hasta 5 mm; pómez gris (3%), subredondeada, de hasta 8 mm; pómez anaranjada (2 – 9%), amorfa, de hasta 17 x 8 mm; pómez verde amarillenta (<7%), redondeada, de hasta 8 mm; *fiammes* blancos (3%), de hasta 10 x 2 mm; *fiammes* gris oscuro (8 – 15%), de hasta 30 x 3 mm; *fiammes* negros (2 – 15%), de hasta 38 x 6 mm y *fiammes* anaranjados (2 – 20%), de hasta 22 x 4 mm, algunos con fenocristales de plagioclasa (4%), tabular, de 2 mm. Exhibe contacto flotante, mientras que el soldamiento es de rango uno ($OB = 0,29 - 0,45$).

La sección intermedia es una toba gris, anaranjado claro por aumento en el grado de meteorización, con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles

blancos (<3%), subangulares, de hasta 3 mm y lavas andesíticas (4 – 5%), subredondeadas a angulares, de hasta 15 mm. Obsidiana (5%), angulosa, de hasta 5 mm; escoria (<3%), aparece esporádicamente, amorfa, de hasta 170 mm; pómez anaranjada y gris (10%), subredondeada, de hasta 20 mm y *fiammes* anaranjado y gris (10 – 20%), de hasta 15 mm. Buena selección ($\sigma_{\phi} = 1,09$) con contacto flotante, por otra parte el soldamiento es de rango tres ($OB = 0,69 - 0,7$).

Seguida de esta sección superior es una toba gris claro, anaranjada con el aumento en el intemperismo, con fenocristales de plagioclasa (<15%), tabular, de 2 mm y piroxeno (3%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (<3%), subredondeados, de hasta 5 mm y lavas andesíticas (<5%), subangulares a angulares, de hasta 15 mm. Obsidiana (5 – 15%), subangular a subredondeada, de hasta 10 mm; escoria negra (1%), amorfa, de hasta 9 mm; pómez gris (5 – 20%), amorfa, de hasta 45 mm; pómez anaranjada (5%), amorfa, menor a 1 mm; *fiammes* anaranjados (10%), de hasta 38 x 12 mm y *fiammes* grises (3%), de hasta 60 x 4 mm. Muestra contacto flotante y puntual. Esta sección se caracteriza por poseer disyunción columnar.

El techo es una toba anaranjada a gris, con fenocristales de plagioclasa (3 – 40%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles grises (2 – 5%), subangulares, de hasta 5 mm y lavas andesíticas (2 – 10%), angulares a subangulares, de hasta 10 mm. Obsidiana (<5%), subangulares a angulares, de hasta 17 mm; pómez blanca (5%), amorfa, de hasta 15 m; pómez anaranjada (7 – 50%), amorfa, de hasta 40 mm, algunas con fenocristales de plagioclasa (5 – 10%), tabular, de 2 mm y pómez café grisácea (5%), amorfa, de hasta 15 mm. Buena selección ($\sigma_{\phi} = 1,49$) con contacto flotante y soldamiento uno ($OB = 0,17 - 0,33$).

Litofacies rica en pómez

Esta litofacies es una toba blanca verdosa, con fenocristales de plagioclasa (5 – 6%), tabular, de 4 mm y piroxeno (4 – 5%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (1%), alargados, de hasta 3 mm y grises (3%), irregulares, de hasta 6 mm. Pómez blanca (8 – 9%), alargada, de hasta 30 mm y pómez verde (15%), irregular, de hasta 4 mm. Expone contacto flotante y puntual.

Espesor y relaciones estratigráficas

El espesor mayor medido en secciones estratigráficas fue de 56,23 m. El contacto inferior de esta unidad es con las tobas Poza Salada, Santa Rosa, La Casona, tobas indiferenciadas, las Lavas Pelón de la Bajura y niveles epiclásticos y el contacto superior es con las tobas Cañas, Montenegro y Río Liberia, y niveles epiclásticos.

Mecanismo de origen

Ambos depósitos (Inferior y Superior) poseen una composición similar y se clasifican como ignimbritas. Además, por el arreglo vertical de las litofacies donde las litofacies masivas varía en función del tipo de *fiammes* y el techo corresponde con una litofacies rica en pómez, se interpreta un enfriamiento homogéneo donde el desarrollo de *fiammes* hacia la base se relaciona a compactación de los depósitos.

Toba Cañas

Descrita por Semm (2005), como una toba con tonos rojizos y rosados y fenocristales de plagioclasa, biotita y cuarzo, cuyo componente principal son fragmentos lapillíticos de pómez, los cuales llegan a formar hasta un 80% del volumen total de roca. Se distribuye en zonas cercanas a

Bagaces y Cañas, y se identificó en un piezómetro (ME-12). El sitio de reconocimiento más alejado fue al sur del centro poblacional de Cañas (Figura 2.30).

Estructura interna y características para su identificación

Se identificaron dos depósitos de tobas de flujo, cada una con una litofacies rica en pómez (Cuadro 2.15). El depósito Inferior es una toba gris a café con líticos no reconocibles, lavas y pómez blanca y el depósito Superior es una toba blanca a gris claro y café con líticos no reconocibles, escoria, pómez blanca y negra.

Depósito Inferior

Litofacies rica en pómez

Esta litofacies se clasifica como una toba gris a café claro con fenocristales de plagioclasa (3 – 10%), tabular, de 1 mm y piroxeno (<1%), granular uniforme, menor a 1 mm. Líticos anaranjados (<1%), subredondeados, de hasta 8 mm y lavas (3 – 12%), angulares, de hasta 16 mm. Obsidiana (2 – 5%), angular, de hasta 2 mm; pómez blanca (25 – 80%), amorfa, de hasta 77 mm; pómez verde amarillenta (2%), amorfa, de hasta 8 mm; pómez gris claro (10%), amorfa, de hasta 5 mm y *fiammes* amarillo claro a anaranjados (2 – 6%), de hasta 19 x 2 mm. Pobre selección ($\sigma_0 = 2,82$) con contacto flotante y soldamiento variable entre rango uno y tres ($OB = 0,33 - 0,68$).

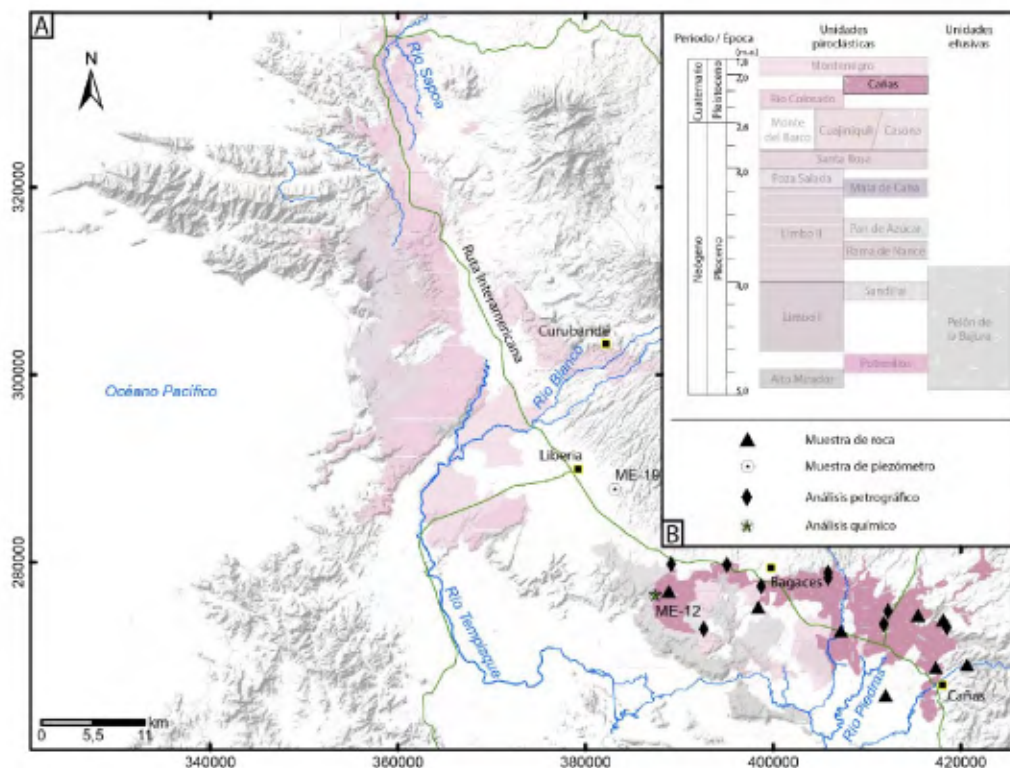


Figura 2.30 Toba Cañas A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Columna cronoestratigráfica del presente estudio.

Depósito Superior

Litofacies rica en escoria y pómez

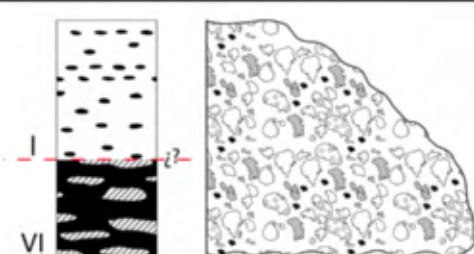

Esta litofacies corresponde con una toba blanca a gris claro y café con fenocristales de plagioclasa (<20%), tabular, de 3 mm. Líticos blancos (1%), redondeados, de hasta 5 mm; líticos

anaranjados (2 – 4%), redondeados, de hasta 14 mm; líticos verde amarillento (5%), angulares, de hasta 7 mm; líticos grises (5%), angulares, de hasta 4 mm y líticos anaranjados (2%), alargados, de hasta 7 mm. Obsidiana (2 – 10%), angular, de hasta 7 mm, algunas con fenocristales de plagioclasa (20%), tabular, de 1 mm; escoria negra (2 – 35%), subredondeada a redondeada, de hasta 45 x 11 mm, pocas veces con fenocristales de plagioclasa (5%), alargada, de 3 mm; pómez blanca (7 – 65%), amorfa, de hasta 65 mm; pómez anaranjada (6 – 15%), amorfa, de hasta 5 mm y pómez amarillo verdosa (2 – 15%), amorfa, de hasta 11 mm. Pobre selección ($\sigma_{\phi} = 3,41$) con contacto flotante, mientras que el soldamiento varía entre los rangos uno y seis ($OB = 0,33 - 0,89$) y presenta una facies de cristalización de zona parcialmente desvitrificada evidenciada por textura microlítica.

Espesor y relaciones estratigráficas

Su espesor máximo medido fue de 18,9 m en el piezómetro (ME-12). En cuanto a las relaciones estratigráficas sobreyace a la Toba Río Colorado y depósitos epiclásticos y es sobreyacida por las tobas Montenegro y Río Liberia.

Cuadro 2.15 Estructura interna de la Toba Cañas

Soldamiento*	Litofacies	Características para su identificación
 <p>Diagrama de soldamiento I-VI y litofacia correspondiente. El diagrama de soldamiento muestra una interfaz entre un depósito superior (I) y uno inferior (VI) con una línea roja discontinua y una línea negra. La litofacia muestra una matriz rica en pómez y escoria con líticos no reconocibles.</p>	Rica en pómez y escoria	Líticos no reconocibles, escoria y pómez blanca y negra
 <p>Diagrama de soldamiento I-III y litofacia correspondiente. El diagrama de soldamiento muestra una interfaz entre un depósito superior (I) y uno inferior (III) con una línea roja discontinua y una línea negra. La litofacia muestra una matriz rica en pómez con líticos no reconocibles, lavas y pómez blanca.</p>	Rica en pómez	Líticos no reconocibles, lavas y pómez blanca

*Rango de soldamiento según Quane & Russell (2005a)

Mecanismo de origen

El depósito Inferior presenta una tendencia bimodal de matriz y pómez, por lo que se correlaciona con un flujo de pómez. El depósito Superior tiene una fuerte componente en pómez y escoria, es relacionado con un flujo de pómez enriquecido con escoria. Ambos depósitos presentan *fiammes* hacia su base y clastos de pómez en su techo. Esto en conjunto con las variaciones en el soldamiento se interpreta como depósitos influenciados por carga durante su enfriamiento.

Toba Montenegro

En esta unidad se agrupan las unidades Montenegro y Rodeo Viejo (P. Denyer, com. esc., 2018). Definida por Semm (2005), como una toba de tonos grises muy soldada con *fiammes* negros. Su distribución abarca desde el sur de La Cruz hasta el oeste de Cañas y corresponde con la unidad superior de la Formación Bagaces. Fue reconocida en cuatro piezómetros (CN-1, CU-16, CU-18 y ME-12) y la ubicación más distal en la que se reconoció fue cerca al pueblo de Comunidad (Figura 2.31).

Estructura interna y características para su identificación

La Toba Montenegro contiene litofacies masivas y una litofacies rica en pómez y escoria (Cuadro 2.16). Las litofacies masivas se identifican como sección inferior, intermedia y superior. La sección inferior es una toba negra a café violácea con disyunción columnar, líticos no reconocibles y *fiammes* vítreos; la sección intermedia es una toba gris claro a café claro con líticos no reconocibles y *fiammes* blancos y la sección superior es una toba gris claro a gris violácea con líticos no reconocibles, lavas y *fiammes* grises. La litofacies rica en pómez y escoria es una toba gris claro con líticos no reconocibles, escoria y pómez blanca.

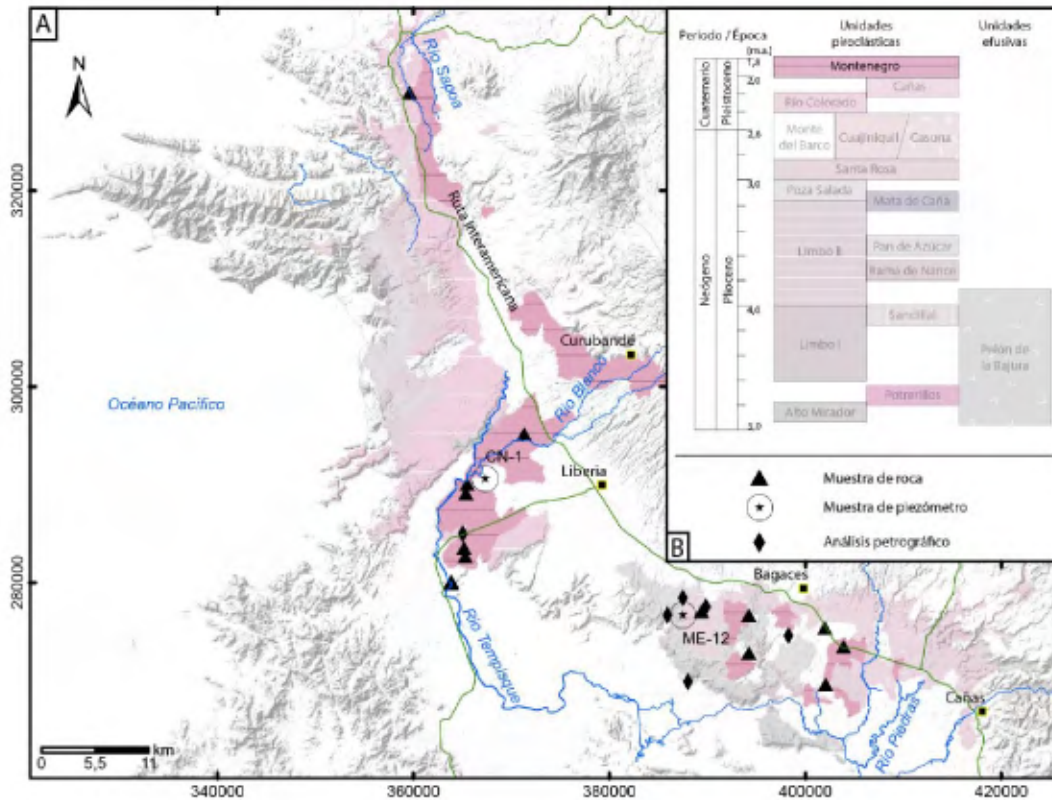


Figura 2.31 Toba Montenegro A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Columna cronoestratigráfica del presente estudio.

Litofacies masivas

Sección inferior es una toba negra a café violácea, con fenocristales de plagioclasa (3 – 15%), tabular, de 3 mm y piroxeno (2 – 3%), granular uniforme, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados, (<20%), redondeados, de hasta 25 mm; blancos (1%), redondeados, hasta 2 mm y lavas andesíticas (2 – 4%), subredondeadas a angulares, de hasta 8 mm, con fenocristales de plagioclasa (5 – 10%), tabular, menor a 1 mm. Obsidiana (<15%), angular, de hasta 11 mm; escoria (6 – 15%), amorfa, de hasta 63 mm, con fenocristales de plagioclasa (4 – 10%), tabular, de 2 mm y frente de meteorización anaranjado de hasta 2 mm; pómez blanca (2 – 8%), redondeada, de hasta 4 mm; pómez amarillo claro (3%), irregular, de hasta 4 mm; pómez anaranjada (<3%), subredondeada, de hasta 8 mm; *fiammes* grises (3%), de hasta 38 x 10 mm; *fiammes* negros (2 – 25%), de hasta 55 x 25 mm, con fenocristales de plagioclasa (5 – 6%), tabular, de 3 mm y *fiammes* anaranjados (4 – 20%), de hasta 11 x 1 mm. En afloramiento el contacto es flotante. Por otra parte, el soldamiento varía entre uno y seis ($OB = 0,42 - 0,51$), con variación de las facies cristalinas de zona fase de vapor a

zona de esferulitos determinadas por las texturas axiolítica, microlítica y esferulítica. En esta sección se presenta la visualización de disyunción columnar y alteración hidrotermal a través de vetillas de hasta 50 x 20 mm, estas últimas visualizadas cerca del sitio Rodeo Viejo (Figura 2.32).

La sección intermedia es una toba gris claro a café claro, con fenocristales de plagioclasa (5 – 6%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (4%), angulares, de hasta 8 mm y negros (5 – 7%), angulares, de hasta 6 mm. Pómez blanca a amarillo claro (<10%), amorfa, de hasta 16 mm; *fiammes* negros (2%), de hasta 3 x 1 mm y *fiammes* blancos (3 – 10%), de hasta 10 x 3 mm. Presenta contacto flotante y soldamiento de rango tres ($OB = 0,71$).

Cuadro 2.16 Estructura interna de la Toba Montenegro

Soldamiento*	Litofacies	Características para su identificación
	Rica en pómez y escoria	Líticos no reconocibles, escoria y pómez blanca
	Masiva	SSup.: Líticos no reconocibles, lavas y <i>fiammes</i> grises
	Masiva	SInt.: Líticos no reconocibles y <i>fiammes</i> blancos
	Masiva	SInf.: Disyunción columnar, líticos no reconocibles y <i>fiammes</i> vítreos

*Rango de soldamiento según Quane & Russell (2005a), SInf = Sección Inferior, Sint = Sección Intermedia y SSup = Sección Superior

La sección superior es una toba gris claro a gris violácea, con fenocristales de plagioclasa (<10%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles grises (<1%), angulares, de hasta 3 mm; anaranjados (2 – 6%), subredondeados, de hasta 13 mm y lavas andesíticas (<10%), subangulares a angulares, de hasta 13 mm, con fenocristales de plagioclasa (15 – 30%), tabular, de 2 mm. Obsidiana (<6%), angular, de hasta 7 mm; pómez blanca (2 – 6%), redondeada, de hasta 6 mm; pómez anaranjada (<10%), amorfa, de hasta 17 x 5 mm; pómez gris (6%), irregular, de hasta 12 mm; *fiammes* blancos (3 – 6%), de hasta 8 x 2 mm y *fiammes* gris (5 – 10%), de hasta 45 x 17 mm, fenocristales de plagioclasa (20%), tabular, de 2 mm. Contiene contacto flotante y la presencia de soldamiento de rango cinco ($OB = 0,8 - 0,81$).

Litofacies rica en pómez y escoria

Esta litofacies se compone de una toba gris claro, café oscuro por meteorización, con fenocristales de plagioclasa (9 – 20%), tabular, de 3 mm y piroxeno (5 – 8%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (<5%), angulares, de hasta 5 mm y lavas (2%), angulares, de hasta 10 mm. Obsidiana (3 – 9%), amorfa, de hasta 2 mm; escoria (<7%), redondeada, de hasta 20 mm, algunas con fenocristales de plagioclasa (15%), tabular, menor 1 mm; pómez verde amarillenta (2%), amorfa, de hasta 2 mm; pómez blanca (2 – 15%), amorfa, de hasta 20 mm; *fiammes* anaranjado

claro (4%), de hasta 11 x 2 mm; *fiammes* gris verdoso (3%), de hasta 20 x 6 mm y *fiammes* negros (4%), de hasta 10 x 3 mm. Exhibe contacto flotante. La pómez blanca varía a tonos rosados y anaranjados según su grado de meteorización.

Espesor y relaciones estratigráficas

Su espesor máximo es de 7,04 m (piezómetro ME-12). Sobreyace a las tobas Río Colorado y Cañas y es sobreyacida por la Toba Río Liberia y tobas indiferenciadas.



Figura 2.32 Alteración hidrotermal. Afloramiento: 359725/329314

Mecanismo de origen

La Toba Montenegro por su afinidad con clastos de pómez y escoria se clasifica como un depósito de flujo de pómez enriquecido en escoria. Esta unidad varía de una base rica en *fiammes* a un techo con clastos de pómez y escoria de tamaños de hasta orden centimétrico, por lo cual se identifica como un depósito afectado por carga y de enfriamiento homogéneo.

Al presentar en un lugar específico alteración hidrotermal, se interpreta que cerca al sitio Rodeo Viejo hubo alguna fuente de agua o anomalía local que permitiera el desarrollo de esta.

Formación Alcántaro

Toba Alcántaro

Esta unidad es definida por Kempter (1997) como Lavas e ignimbrita Alcántaro y caracterizada por Barahona *et al.* (2001), dentro Formación Alcántaro como una ignimbrita negra con plagioclasa, dos tipos de piroxeno y trazas de magnetita, dispuesta en bloques decimétricos a métricos. Además, fue reconocida en dos piezómetros (CU-2 y CU-16). Se ubica al oeste de Curubandé, con buenos afloramientos sobre el cauce del río Blanco (Figura 2.33).

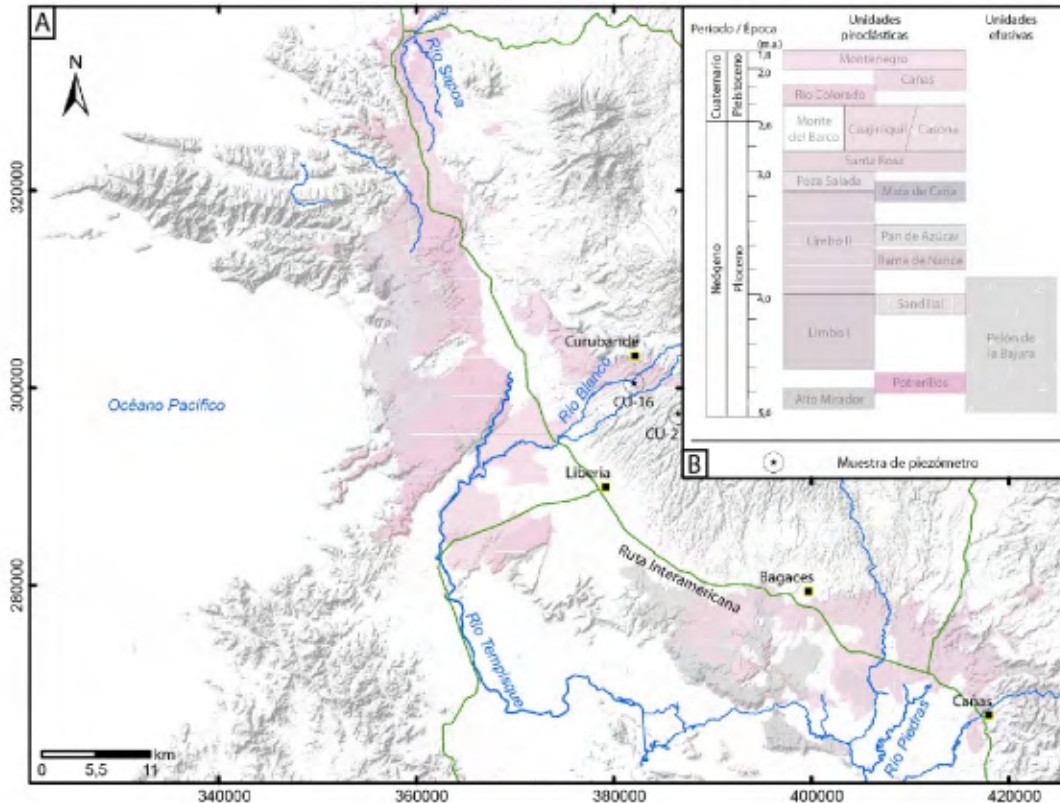


Figura 2.33 Toba Alcántaro A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Columna cronoestratigráfica del presente estudio.

Estructura interna y características para su identificación

En esta unidad se ubican dos litofacies masivas identificadas como secciones inferior y superior (Cuadro 2.17). La sección inferior es una toba gris amarillenta con cristaloclastos de plagioclasa y piroxeno, líticos no reconocibles y obsidiana y la sección superior es una toba gris con lavas, obsidiana y escoria.

Litofacies masiva

La sección inferior es una toba gris con tono amarillento, compuesta de fenocristales de plagioclasa (15%), tabular, de 2 mm y piroxeno (7%), granular uniforme, de 1 mm. Pumíticos (10%), blancos y anaranjados, angulares, de hasta 6 mm. Presenta muy buena selección ($\sigma_0 = 0,95$) con contacto flotante. El soldamiento es de rango tres ($OB = 0,74$) y la facies de cristalización es de zona parcialmente desvitrificada con textura microlítica.

La sección superior abarca el mayor espesor, se caracteriza como una toba gris (superficie sana) a marrón – anaranjado intenso (superficie meteorizada), con fenocristales de plagioclasa (8%), alargada, de hasta 2 mm y piroxeno (3%), granular uniforme, de hasta 2 mm. Presenta líticos no reconocibles (12%), de subredondeados a angulares, de hasta 6 mm y lavas (10%), negras, anaranjadas, amarillas y grises, variables de angulares a redondeadas y de hasta 2 mm. Además de pómez (3%), gris y anaranjada, angular, de hasta 25 mm; escoria (13%), amorfa, de hasta 100 mm, con fenocristales de plagioclasa (3%), alargada, de 3 mm y obsidiana (4%), angular, de hasta 3 mm. En su mayoría posee selección muy buena ($\sigma_{\phi} = 0,55$) el contacto entre los clastos es flotante; mientras que el soldamiento es de rango cuatro ($OB = 0,76$) y la facies de cristalización es de zona fase de vapor con textura axiolítica, microlítica y trizas vítreas aplastados.

Cuadro 2.17 Estructura interna de la Toba Alcántaro

Soldamiento*	Litofacies	Características para su identificación
	Masiva	SSup.: Lavas, obsidiana y escoria
	Masiva	SInf.: Plagioclasa, piroxeno, líticos no reconocibles y obsidiana

*Rango de soldamiento según Quane & Russell (2005a), SInf = Sección Inferior y SSup = Sección Superior

Espesor y relaciones estratigráficas

El espesor máximo visible es de 13 m cerca del río Blanco y es subyacida por tobas indiferenciadas y es sobreyacida por la Toba Capa Verde y depósitos epiclásticos.

Mecanismo de origen

Esta unidad se clasifica como un depósito de flujo de pómez enriquecido en escoria con clastos principalmente de escoria y pómez. Al presentar una litofacies masiva con una base rica en cristales se identifica un flujo no turbulento con un emplazamiento sin zonas de tracción remanentes.

Tobas Aisladas

En esta unidad se agrupan siete eventos piroclásticos reconocidos en un único piezómetro. La diferencia de los depósitos de esta unidad y las tobas Potrerillos y Mata de Caña, es que estas últimas son reconocibles en más de un piezómetro, por tanto es posible la estimación de un área de emplazamiento y una interpretación. Se identifican los siguientes depósitos:

En el piezómetro CN-7 fue reconocido un único depósito piroclástico rico en pómez.

CN-7.1

Litofacies rica en pómez

Toba gris verdosa con fenocristales negros (5%), irregulares, de hasta 1 mm, plagioclasa (<1%), tabular, menor a 1 mm. Clastos negros (5%), angulares, de hasta 3 mm. Pómez blanca (60%), irregular, de hasta 30 mm, con fenocristales negros (15%), sin hábito reconocible, menores a 1 mm, plagioclasa (3%), alargada, de 1 mm. Mala selección, con contacto flotante y puntual. Hacia la base los clastos de pómez aumentan de tamaño hasta 40 mm.

Espesor y relaciones estratigráficas

El espesor medido de esta unidad fue de 19,95 m. La Toba CN-7.1 es sobreyacida por la Toba Limbo I y su contacto inferior no fue reconocido.

En el piezómetro ME-4 se identificaron dos depósitos piroclásticos aislados. El primero con variaciones verticales y el último corresponde con un depósito masivo.

ME-4.1

Litofacies masiva

Toba vario color (amarillo, rosado claro y gris) con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de 1 mm y cuarzo (10%), irregular, menor a 1 mm. Lavas gris y anaranjado (3 – 5%), subangular, menores a 2 mm. Obsidiana (3%), angular a subangular, menor a 1 mm, y pómez blanca y amarilla (5%), amorfa a subredondeada, menor a 5 mm. Buena selección con contacto flotante.

Hacia la base se encuentran dos zonas de acumulación de clastos, la primera de pómez (90 – 95%), rosada y unas pocas café claro, amorfa, menores a 10 mm. Y la segunda de acumulación de pómez café claro y anaranjada (20%), amorfa, de hasta 2 mm, y cristaloclastos (40%) de plagioclasa, tabular, menor a 1 mm.

Espesor y relaciones estratigráficas

El espesor de esta unidad es de 0,95 m. La Toba ME-4.1 es subyacida por un depósito de coluvio y es sobreyacida por la Toba ME-4.2.

ME-4.2

Litofacies masiva

La sección inferior es una toba negra (vítrea) con textura perlítica y fenocristales de plagioclasa (3%), tabular, de 3 mm y cristales translúcidos (7 – 10%), poco redondeados, menores a 2 mm, muy fracturados. Lavas gris, rojo y blanco (7-10%), subredondeados a subangulares, de hasta 20 mm. Pómez blanca (5%), amorfa y subredondeada, de hasta 15 mm. *Fiammes* de obsidiana (15%), de hasta 45 mm, con fenocristales de plagioclasa y *fiammes* anaranjados (5%), de hasta 45 mm, con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, menor a 1 mm. Mala selección con contacto flotante.

La sección intermedia es una toba violácea desvitrificada con fenocristales de plagioclasa (15%), tabular, menor a 2 mm; cuarzo (5%), irregular, menor a 2 mm y cristales negros (1 – 2%), tabulares, menor a 1 mm. Algunos cristales agrupados, fracturados y con inclusiones negras y alteración verdosa. Clastos gris, amarillo y blanco (7 – 10%), subredondeados a subangulares, de hasta 10 mm. *Fiammes* de obsidiana (7 – 10%), de hasta 45 mm y *fiammes* anaranjados (5%), de hasta 25 mm. Mala selección con contacto flotante.

La sección superior es una toba café rosada a gris rosada con fenocristales de plagioclasa (<10%), tabular, menor a 2 mm y cristales negros (3%), sin hábito reconocible, menores a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (1%), irregulares, de hasta 1 mm. Lavas en tonos morados, anaranjado, gris, negro y rojo (5 – 10%), subangulares a subredondeadas, de hasta 15 mm. Pómez rosada, verde y gris (<20%), subredondeada, de hasta 45 mm. Mala selección con contacto flotante.

Espesor y relaciones estratigráficas

Su espesor máximo es de 8,9 m. Según la descripción y el análisis del piezómetro sobreyace a la Toba ME-4.1 y es sobreyacida por la Toba Limbo I.

El piezómetro ME-5 contiene tres depósitos piroclásticos masivos, sin embargo los depósitos intermedio y superior presentan ligeras variaciones verticales.

ME-5.1

Litofacies masiva

Toba gris con fenocristales de plagioclasa (5 – 7%), tabular, menor a 2 mm. Clastos negros y rojos (<10%), subangulares, de hasta 5 mm. Pómez gris, amarilla y anaranjada claro (5 – 13%), amorfa, de hasta 20 mm, algunas alargadas. Mala selección con contacto flotante.

Espesor y relaciones estratigráficas

El espesor de esta unidad es de 0,63 m, es sobreyacida por un nivel epiclástico y su contacto inferior no fue visualizado.

ME-5.2

Litofacies masiva

Toba gris rosa con fenocristales de plagioclasa (5 – 10%), tabular, de 2 mm y negros (5%), cuadrados, menores a 1 mm. Lavas (5 – 10%), roja, morada y gris, subredondeada, de hasta 8 mm. Obsidiana (<3%), angular, menor a 3 mm; pómez gris y amarillo (3%), amorfa, de hasta 10 mm y *fiammes* de pómez amarillo y gris (10%), de hasta 10 mm. Mala selección con contacto flotante.

Hacia la base se encuentran *fiammes* de obsidiana, de hasta 20 mm y hacia el techo se identifica pómez (95%), amorfa, de hasta 5 mm.

Espesor y relaciones estratigráficas

El espesor medido en esta unidad es de 16,79 m. Estratigráficamente sobreyace un nivel epiclástico y es sobreyacida por la Toba ME-5.3.

ME-5.3

Litofacies masiva

Toba café claro con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, menor a 1 mm y piroxeno (5%), con brillo vítreo, sin hábito reconocible, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles (<3%), negros y rojos, subangulares, de 2 – 5 mm. Pómez blanca (15%), subredondeada, de hasta 8 mm. Medianamente seleccionado con contacto flotante.

Hacia la base los fenocristales de plagioclasa (25 – 35%), tabular, de 3 mm y piroxeno (10%), sin hábito reconocible, menores a 1 mm. Líticos no reconocibles negros, gris oscuro y rojos (10%), subangulares, de hasta 4 mm. Pómez amarilla y anaranjada (10 – 15%), amorfa, de hasta 3mm.

Espesor y relaciones estratigráficas

El espesor es de 0,75 m. Esta unidad es sobreyacida por la Toba Potrerillos y sobreyace a la unidad ME-5.2.

El piezómetro ME-12 presenta para esta unidad una intercalación de tobas muy meteorizadas, cuya principal característica es el color de su matriz, la cual varía de amarillo verdoso a rosada blanquecina (Figura 2.34).



Figura 2.34 Intercalación de tobas amarillo verdoso y rosada blanquecina

ME-12.1

Toba amarillo verdoso, con piroxeno (5%), sin hábito reconocible, menor a 1 mm y plagioclasa (2%), tabular, de 1 mm. Clastos anaranjados (10%), redondeados, de hasta 8 mm; negros (5%), angulares, de hasta 2 mm y blancos (2%), angulares, de 2 mm, estos últimos reaccionan al HCl. Mediana selección con contacto flotante y puntual. Presenta pátinas de color negro.

Toba rosada blanquecina, con fenocristales de cuarzo (10%), irregulares, de 2 mm; piroxeno (5 – 15%), sin hábito reconocible, menor a 1 mm y plagioclasa (2%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles (<5%), grises, rojos, morados y anaranjados, angulares, de hasta 30 mm. Pómez blanca y amarilla (<10%), redondeada a irregular, de hasta 10 mm. Mala selección con contacto flotante.

Espesor y relaciones estratigráficas

El espesor máximo medido fue de 15,86 m. Sobreyace a la Toba Potrerillos y es sobreyacida por un nivel epiclástico.

Lavas Pelón de la Bajura

Esta formación es mencionada por Alvarado *et al.* (1992), como flujos lávicos intraignimbríticos del Plioceno con proveniencia en los cerros de Bebedero. Gillot *et al.* (1994), datan estas lavas en 3,4 Ma. Por último, Aiazzi *et al.* (2004), las nombran como Lavas Intraignimbríticas Taboga, compuestas desde fenobasaltos hasta fenodacitas.

En el presente estudio esta unidad es dividida según la afinidad cristalina y sus porcentajes. Verticalmente varía de una base lajeada a un techo vesicular y fue reconocida en cuatro piezómetros. A su vez se distribuye desde el noroeste de Liberia hasta el sur de Bagaces (Figura 2.35).

Unidad africa

Es una lava negra africa a afanítica porfirítica, con vesículas (35 – 40%), alargadas, de hasta 3 mm y fenocristales de plagioclasa (<3%), tabular, menor a 1 mm. Las vesículas están rellenas de zeolitas con pátina anaranjada y blanca. También presenta vetillas silíceas y de carbonato de calcio de hasta 7 mm de grosor.

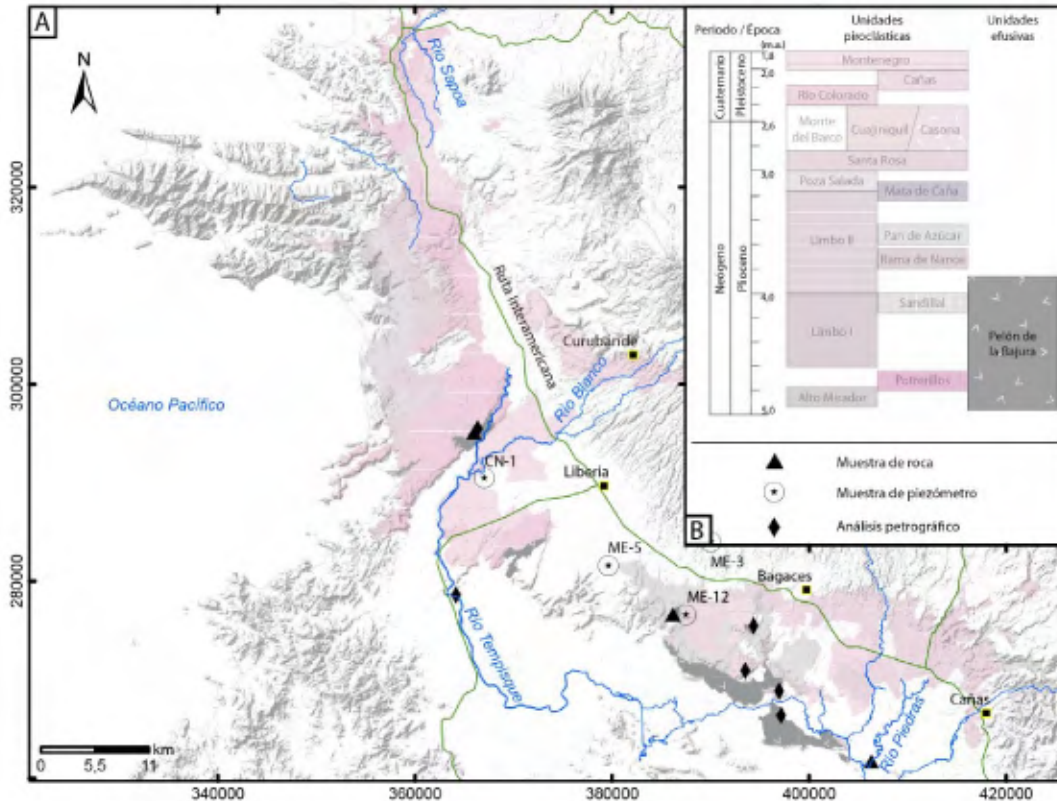


Figura 2.35 Lavas Pelón de la Bajura A. Distribución y muestreo en el área de estudio. B. Columna cronoestratigráfica del presente estudio.

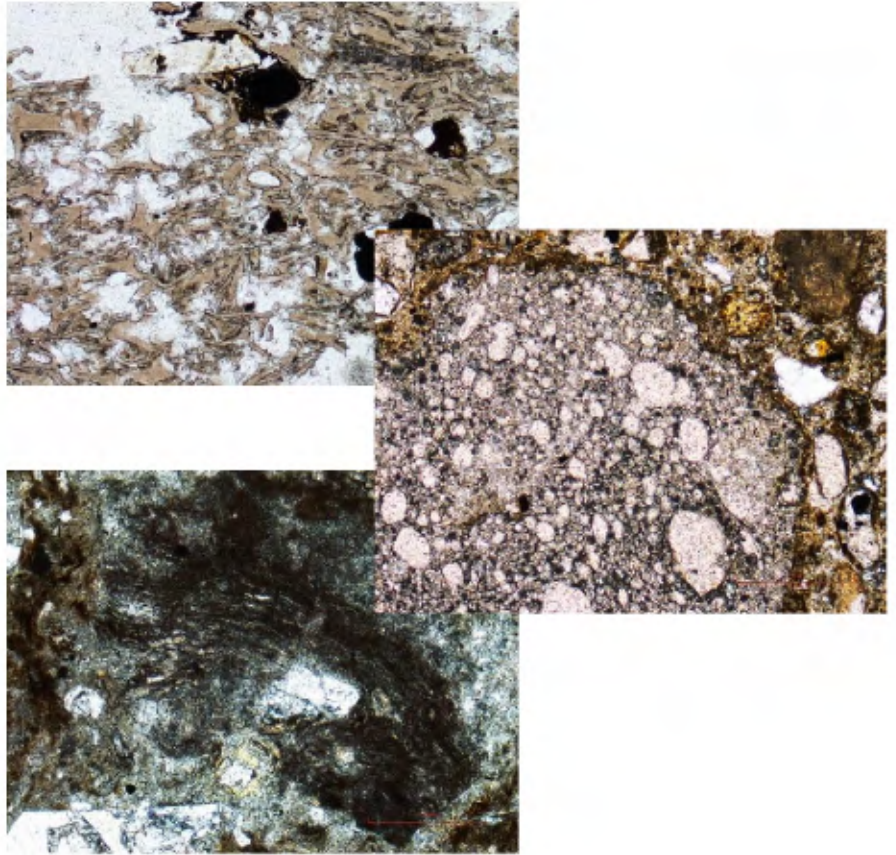
Unidad cristalina pobre en microcristales

Es una lava negra de textura afanítica porfirítica con vesículas (<1 – 30%), alargadas, de hasta 20 mm, fenocristales de plagioclasa (5 – 20%), tabular, de 7 mm, piroxeno (5 – 15%), tabular, de 8 mm. Presenta pátinas verdes anaranjadas y amarillas.

Unidad cristalina rica en microcristales

Lava gris oscuro con tonos morados, con textura afanítica porfirítica, vesículas (20 – 25%), alargadas, de hasta 30 mm y fenocristales de plagioclasa (9 – 25%), tabular, de 4 mm y piroxeno (4 – 7%), tabular, de 4 mm. Además, presenta cumulitos de plagioclasa y piroxenos (4%), de hasta 4 mm. Frente de meteorización anaranjado, de hasta 4 mm. Alteración a arcilla en plagioclasa; pirolusita dendrítica; y tipo “costra” adentro de las vesículas de colores anaranjado, verde claro, rojo oscuro y en algunos casos con variedad de colores.

Capítulo III. Petrografía



Capítulo III. Petrografía

Introducción

La petrografía es la parte de la geología que engloba la descripción y clasificación de las rocas, desde dos puntos de vista diferentes el macroscópico y microscópico (Castro, 2015). En el presente capítulo se caracterizan las diferentes unidades de la Formación Bagaces y Lavas Pelón de la Bajura, divididas en rocas piroclásticas y lavas respectivamente, para el establecimiento de rasgos distintivos a nivel petrográfico y facilitar su identificación con ayuda de un microscopio polarizante. Las descripciones petrográficas se encuentran en el Apéndice 3.

Las rocas piroclásticas pueden ser clasificadas desde dos puntos de vista diferentes: composicional y granulométrico. El punto de vista composicional se basa como su nombre lo indica en la composición de los componentes observados, estos son divididos en

cristaloclastos, para referirse a cristales flotantes en la matriz, litoclastos para líticos y vitroclastos para pumíticos, escoria y otros componentes conformados por vidrio. Por otra parte, el componente granulométrico se refiere a la clasificación basada en el tamaño de los componentes, estos a su vez son divididos en ceniza, para fragmentos menores a 2 mm, lapilli, para fragmentos variables entre 2 y 64 mm y bloques y bombas, para fragmentos mayores a 64 mm. Las clasificaciones empleadas para el presente estudio son las de Pettijohn *et al.* (1987) y Fisher (1966) según sea composicional o granulométrico respectivamente (Figura 3.1).

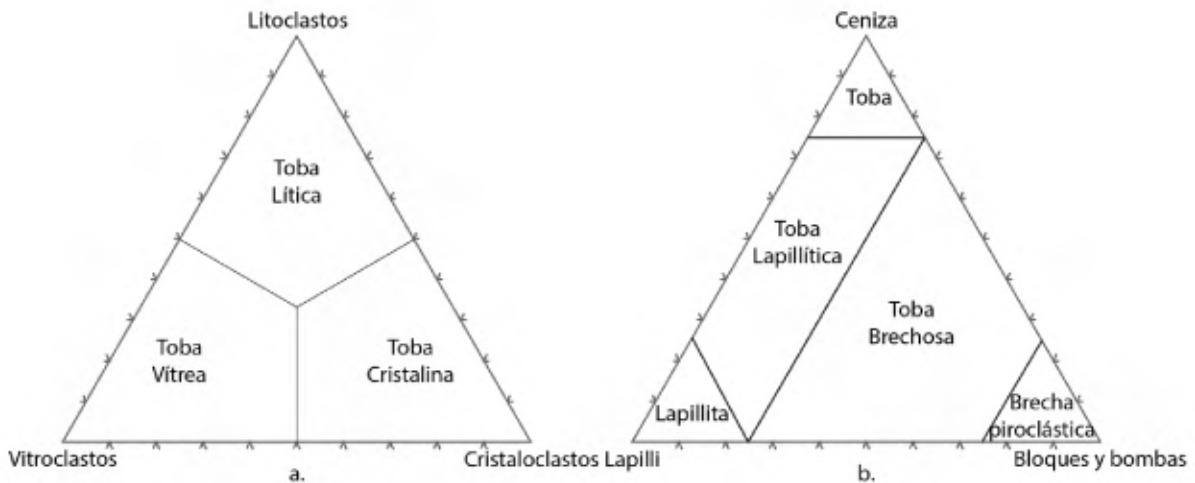


Figura 3.1 Gráficos de clasificación de tobas empleados a. Clasificación composicional (Pettijohn *et al.*, 1987) b. Clasificación granulométrica (Fisher, 1966).

En el caso de las lavas se emplea la clasificación de Streckeisen (1979), la cual se basa en la composición mineralógica a partir de plagioclasa, álcalis, cuarzo, feldespatoides y el índice máfico (Figura 3.2).



Figura 3.2 Diagrama simplificado de clasificación de lavas de Streckeisen (1979).

Metodología

La metodología desarrollada en la elaboración del presente capítulo fue dividida en dos etapas detalladas a continuación.

- ↖ Petrografía: Del muestreo realizado se elaboraron 130 secciones delgadas, divididas en 114 secciones de rocas piroclásticas y las restantes 16 secciones de lavas. Las secciones se analizaron mediante un microscopio de luz polarizada y se tomaron fotografías con una cámara tipo DS-Fi2.
- ↖ Soldamiento: El Soldamiento fue interpretado con base en mediciones de índice de aplastamiento (*Oblateness*). Este valor fue obtenido mediante mediciones microscópicas en pumíticos hialinos.
- ↖ Análisis de facies de cristalización: De las muestras sometidas a análisis petrográficos, mediante secciones delgadas se reconocieron características de interés para la identificación de facies de cristalización según Streck & Grunder (1995).

Petrografía de rocas piroclásticas

Los depósitos de flujos piroclásticos de la Formación Bagaces presentan predominancia de fenocristales de plagioclasa, opacos, clinopiroxeno, ortopiroxeno y biotita y accesorios de apatito y cuarzo (David, 2005). El principal criterio de división para las unidades dentro de la Formación Bagaces fue la composición (Figura 3.3), ya que granulométricamente los flujos piroclásticos se ven influenciados por el tamaño de la muestra (Figura 3.4).

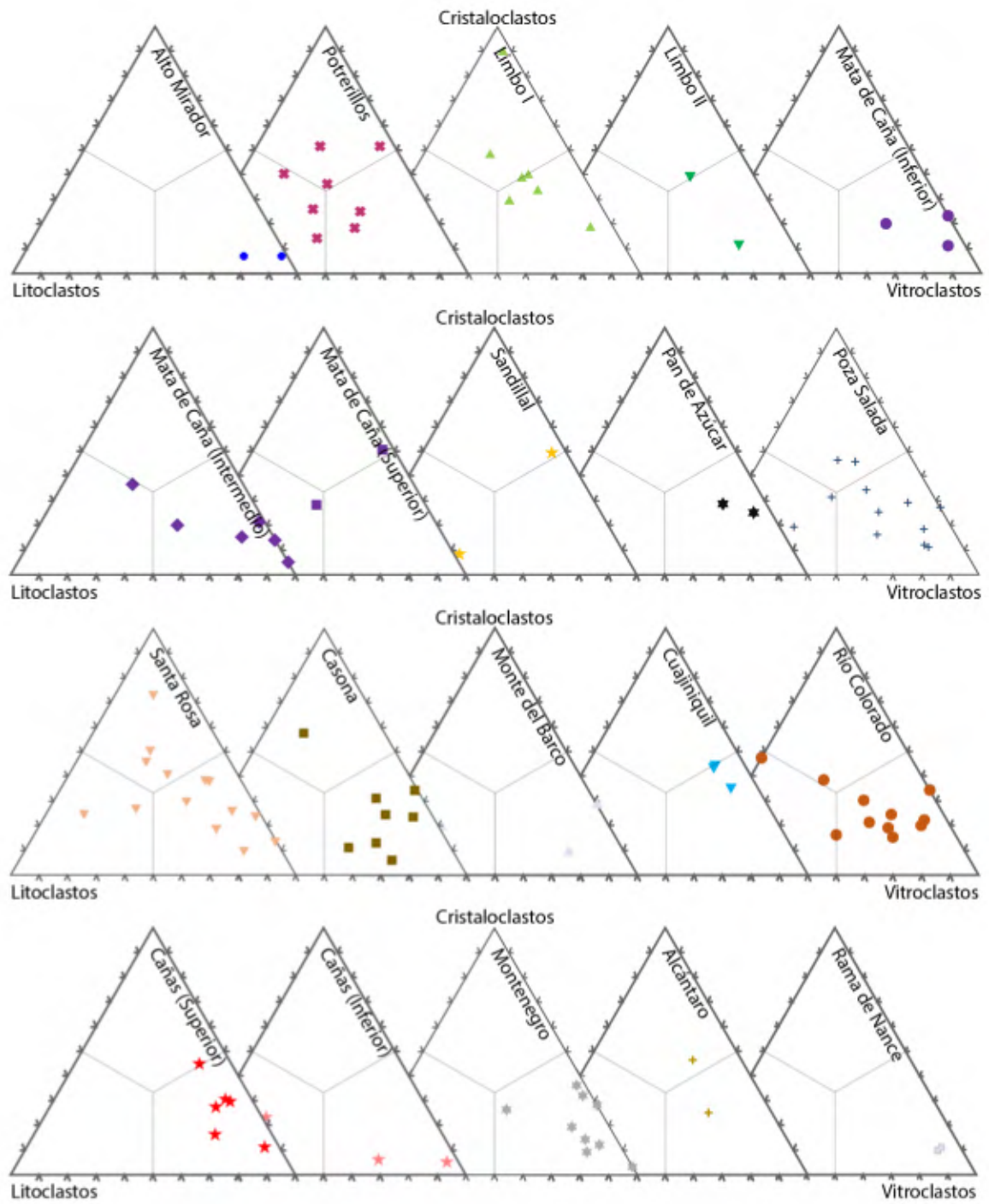


Figura 3.3 Clasificación composicional de las rocas piroclásticas de la Formación Bagaces, a partir de estimaciones microscópicas.

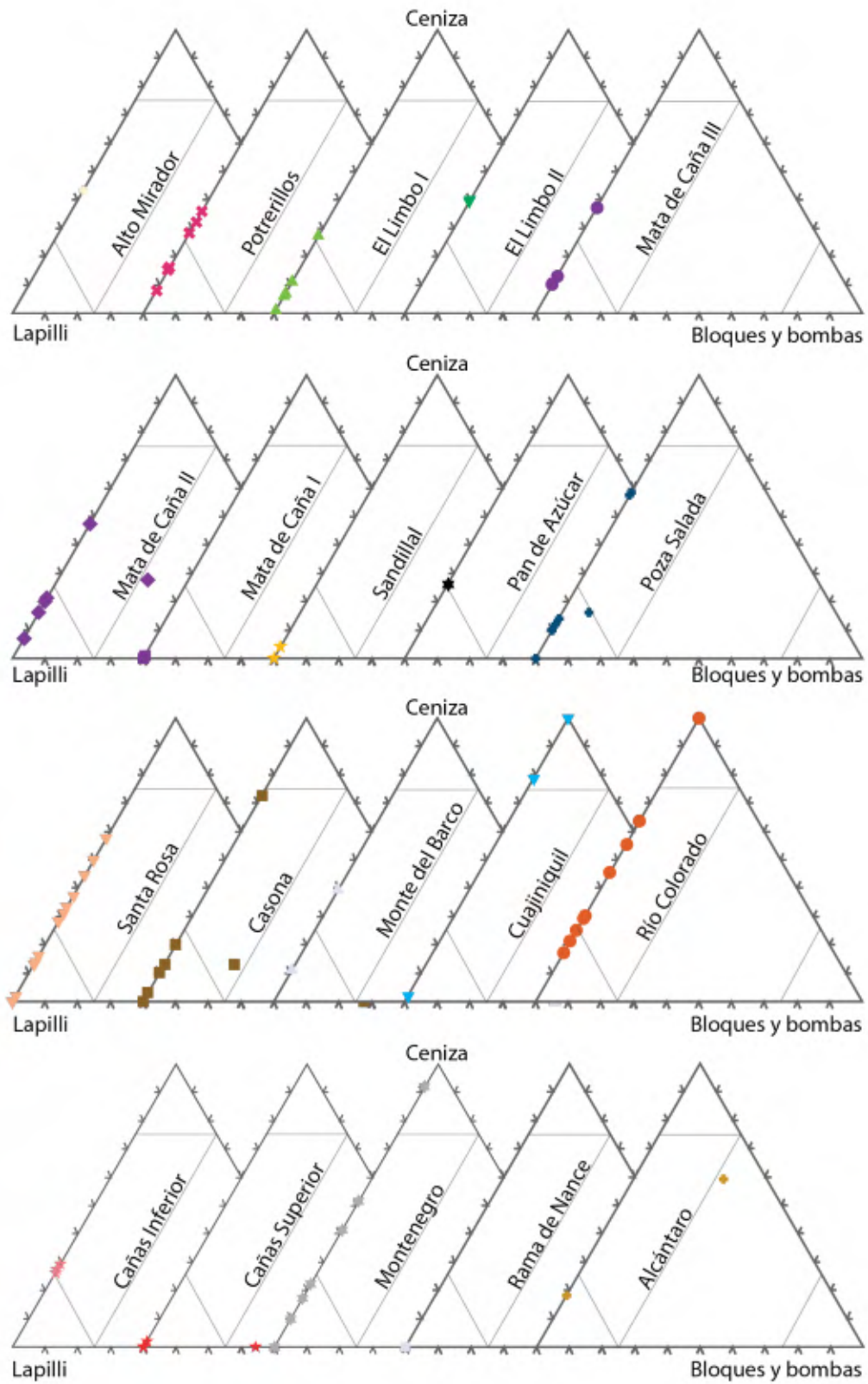


Figura 3.4 Clasificación granulométrica de las rocas piroclásticas de la Formación Bagaces, a partir de estimaciones macroscópicas.

Desde el punto de vista composicional los cristaloclastos presentan dos componentes reconocidos en todas las unidades: plagioclasa y opacos, mientras que los fenocristales de clinocianita, clinopiroxeno, ortopiroxeno y apatito son variables dentro de las unidades. Por otra parte, los litoclastos varían en cinco subgrupos: líticos no reconocibles, líticos recrystalizados, lavas microcristalinas, lavas fenocristalinas y tobas retrabajadas. Por último, los vitroclastos varían entre escoria, pumíticos y fragmentos de vidrio, y estos a su vez entre hialinos y cristalinos (Cuadro 3.1).

Rasgos distintivos entre unidades

En el presente estudio se divide la Formación Bagaces en dieciséis unidades piroclásticas diferenciadas por sus características petrográficas y ubicación estratigráfica. Las características distintivas de cada unidad se enumeran a continuación, se incluye la Unidad Toba Alcántaro dentro del análisis petrográfico debido a su reconocimiento en dos de los piezómetros estudiados, sin embargo, se aclara que esta unidad pertenece a la Formación Alcántaro.

Formación Bagaces

Toba Alto Mirador

La Toba Alto Mirador es una sucesión de ignimbritas, que formaron lentes de pómez. Petrográficamente es una toba vítrea y contiene clinopiroxeno como mineral accesorio, líticos no reconocibles y de lavas cristalinas y pumíticos hialinos (Figura 3.5).

Presenta cristaloclastos (3%), litoclastos (7%) y vitroclastos (61%), predomina la textura vitroclástica con matriz (53 – 70%) compuesta de vidrio gris, trizas vítreas (*shards*) y vesículas (5 – 7%), angulares a alargadas, de hasta 1,6 x 1,4 mm. Otras texturas visibles son cribosa en plagioclasa, eutaxítica y cumulitos de plagioclasa.

Los cristaloclastos son principalmente de plagioclasa (1 – 4%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,2 x 0,1 y 1,2 x 0,4 mm, zonación discontinua (algunas veces continua), maclas simples, polisintéticas y de Karlsbad y accesorios de clinopiroxeno cloritizado, hipidiomórfico, tabular, de 1,6 x 0,5 mm; apatito, hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm y opacos xenomórficos, tabulares, de 0,4 x 0,2 mm.

Los litoclastos son de dos tipos: líticos no reconocibles (2%), angulares, de hasta 1,9 x 1,1 mm y lavas andesíticas (5%). Las lavas son divididas en lavas andesíticas con microlitos de plagioclasa orientados (15%), vesículas (7%), angulares, de 1 x 0,6 mm y fenocristales de plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, de 0,3 x 0,1 mm, con maclas polisintéticas y zonación discontinua, y lavas andesíticas con microlitos de plagioclasa orientados (40%), vesículas (2%), alargadas, de 1,2 x 0,6 mm y fenocristales de plagioclasa (7%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,3 x 0,2 y 1,2 x 0,6 mm, con zonación continua (algunas veces discontinua), maclas polisintéticas y de Karlsbad, clinopiroxeno (2%), xenomórfico, tabular, de 0,8 x 0,6 mm y opacos (1%), xenomórficos, granular uniformes, de 0,3 x 0,3 mm y como accesorio fenocristales de ortopiroxeno, xenomórfico, tabular, de 0,7 x 0,5 mm y apatito, hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm. Otras texturas en el segundo tipo de lavas andesíticas son glomeroporfirítica con fenocristales plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno y opacos y cribosa en plagioclasa y clinopiroxeno.

Cuadro 3.1 Rasgos microscópicos distintivos

Unidad / componente	Clinoanfíbol	Clinopiroxeno	Ortopiroxeno	Apatito	Líticos no reconocibles	Líticos recristalizados	Lavas fenocristalinas	Lavas microcristalinas	Escoria hialina	Escoria cristalina	Pumíticos hialinos	Pumíticos cristalinos	Fragmentos de vidrio
Alto Mirador		X			X		X				X		
Potrerillos		X	X			X					X		
Limbo I		X	X	X		X			X			X	
Sandillal		X											X
Rama de Nance										X	X		X
Pan de Azúcar		X		X			X	X	X		X		
Limbo II		X		X	X				X		X		
Mata de Caña Inferior				X					X			X	
Mata de Caña Intermedio		X					X					X	
Mata de Caña Superior		X	X	X					X		X		
Poza Salada												X	
Santa Rosa		X	X	X							X		
La Casona		X	X	X					X				
Cuajiniquil	X				X				X		X		
Monte del Barco				X								X	
Río Colorado		X		X					X		X		
Cañas Inferior	X	X										X	
Cañas Superior				X			X	X	X		X		
Montenegro		X		X	X						X		
Alcántaro		X	X		X		X				X		

Los vitroclastos reconocidos se dividen en cuatro tipos diferentes según su composición. Escoria hialina (<1%), alargada, de 0,6 x 0,3 mm, con vesículas (60%), alargadas, de hasta 0,3 x 0,1 mm, pumíticos hialinos (27%), alargados, de 5,2 x 3,5 mm, fibrosos, con vesículas (60%), alargadas, de 2,7 x 0,5 mm, pumíticos cristalinos (15%), alargados, de 26 x 4 mm, fibrosos, con fenocristales de plagioclasa (20%), hipidiomórfica, tabular, de 0,9 x 0,2 mm, con maclas polisintéticas y zonación discontinua; iddingsita (5%), xenomórfica, sin hábito reconocible, de 0,2 x 0,2 mm y clinopiroxeno (2%), xenomórfico, granular uniforme, de 0,5 x 0,4 mm y pumíticos recristalizados (21%), alargados, de hasta 4 x 1 mm.

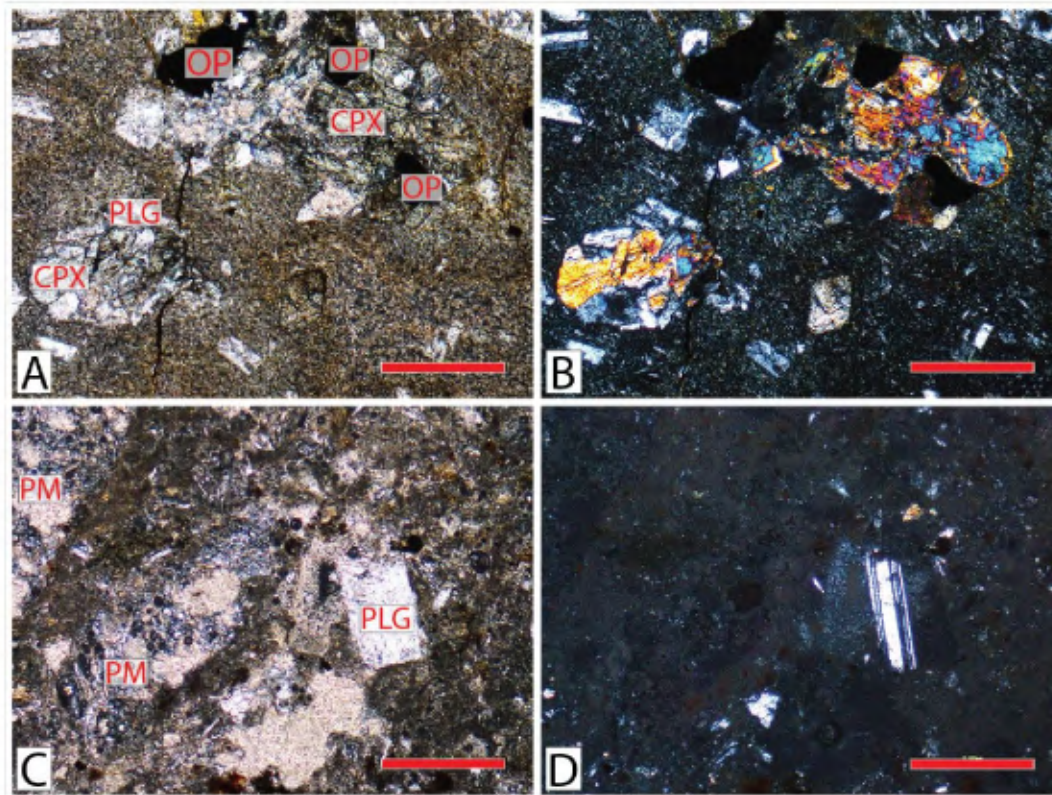


Figura 3.5 Toba Alto Mirador A. y B. Cristaloclastos. C. y D. Pumíticos. OP = Opacos, PLG = Plagioclasa, CPX = Clinopiroxeno, PM = Pumítico hialino, A. y C. En Nícoles paralelos y B. y D. En Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.

Toba Potrerillos

Es una toba en la que su sección Inferior se reconocen *fiammes* blancos y en la parte Superior escorias de hasta orden decimétrico. Al microscopio no muestra una clasificación específica; se reconocen en esta unidad cristaloclastos de clinopiroxeno y ortopiroxeno, líticos recristalizados y pumíticos hialinos (Figura 3.6).

Se compone por cristaloclastos (31%), litoclastos (28%) y vitroclastos (41%). Predomina la textura vitroclástica, mas algunas veces se encuentra la textura piroclástica, con matriz (31 – 78%) compuesta de vidrio de color variable entre incoloro y café claro (sideromelana), usualmente desvitrificado y vesículas (2 – 16%), con variedad de formas, de hasta 2,8 x 2,1 mm. Algunas texturas presentes son cribosa en plagioclasa, eutaxítica, glomeroporfirítica con plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno y opacos, poiquilítica con clinopiroxeno sobre plagioclasa y opacos sobre ortopiroxeno y cumulitos de plagioclasa. Además, de la presencia aislada de textura pilotaxítica.

Los cristaloclastos están representados por fenocristales de plagioclasa (4 – 22%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,9 x 0,4 y 3,5 x 0,7 mm, maclas de Karlsbad, zonación continua y pocas veces zonación discontinua y maclas polisintéticas y clinopiroxeno (<1 – 3%), xenomórfico, tabular, de hasta 0,9 x 0,2 mm. Los minerales accesorios son de ortopiroxeno, xenomórfico a hipidiomórfico, tabular, de hasta 0,8 x 0,5 mm; apatito, hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm y opacos, xenomórficos, granulares uniformes, de hasta 0,5 x 0,4 mm.

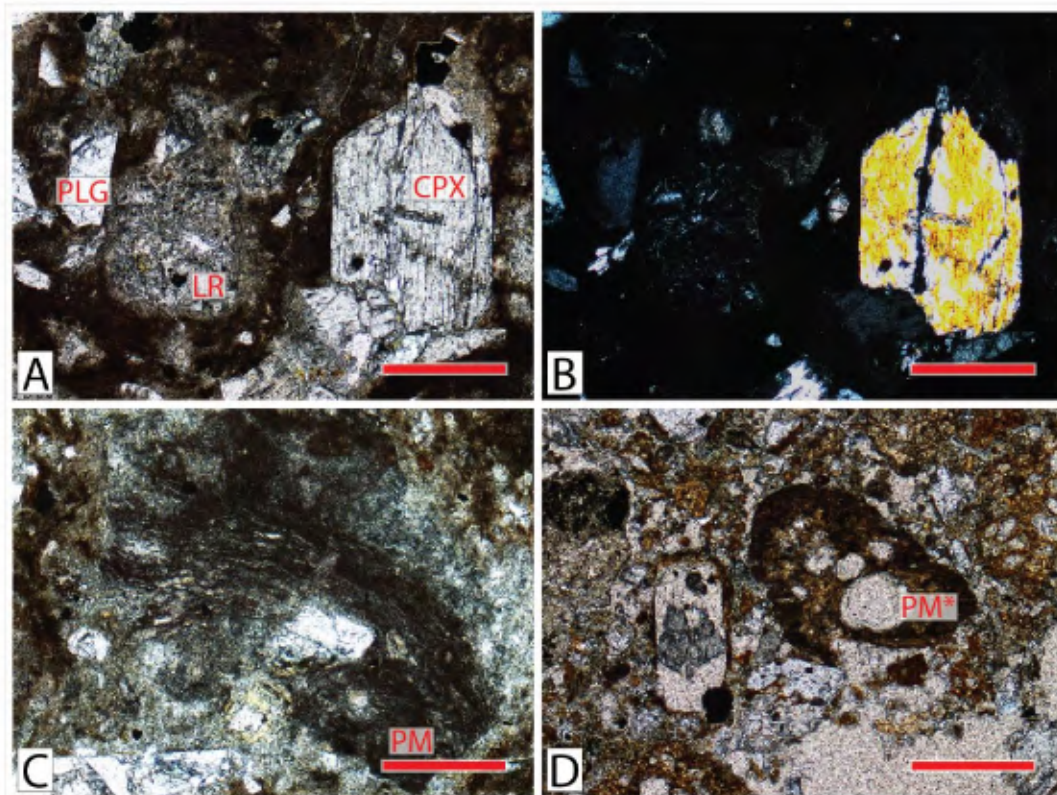


Figura 3.6 Toba Potrerillos A. y B. Cristaloclastos. C. y D. Pumíticos. PLG = Plagioclasa, CPX = Clinopiroxeno, LR = Lítico recristalizado, PM = Pumítico hialino, PM* = Pumítico hialino poco fibroso, A., C. y D. Nícoles paralelos, B. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.

Los litoclastos se dividen dentro de nueve grupos diferentes (Figura 3.7). El primer grupo corresponde con líticos no reconocibles (<1 – 3%), con forma subangular a angular, de hasta 1,2 x 0,9 mm. El segundo grupo son líticos recristalizados (3 – 24%), subredondeados a angulares, de 5 x 2,7 mm. El tercero son líticos de tobas retrabajadas (11%), angulares, de 2 x 1,3 mm, con vesículas (28%), alargadas, de 5,2 x 0,7 mm de borde irregular y fenocristales de plagioclasa (<1%), xenomórfica, tabular, de 0,6 x 0,2 mm, con maclas de Karlsbad y zonación continua. El cuarto grupo corresponde con lavas pilotaxíticas (2 – 5%), angulares, de hasta 1,9 x 1,4 mm. El siguiente grupo es de lavas andesito-basálticas (9%), angulares, de hasta 6 x 6 mm, con fenocristales de plagioclasa (30%), hipidiomórfica, tabular, de 0,8 x 0,6 mm, con maclas polisintéticas, de Karlsbad y zonación discontinua e iddingsita (13%), hipidiomórfica, prismática, de 0,3 x 0,3 mm. Generalmente, este grupo tiene textura pilotaxítica. El sexto grupo es de lavas andesíticas, angulares, de 8 x 4 mm, con textura pilotaxítica y fenocristales de plagioclasa (3%), hipidiomórfica, tabular, de 0,4 x 0,1 mm, con maclas de Karlsbad y zonación discontinua y clinopiroxeno (<1%), hipidiomórfica, tabular, de 0,2 x 0,1 mm. El sétimo grupo es de lavas andesíticas, angulares, de 2,2 x 2,1 mm, con fenocristales de plagioclasa (40%), hipidiomórfica, tabular, de 0,4 x 0,1 mm, y zonación discontinua, clinopiroxeno (1%), xenomórfico, tabular, de 0,2 x 0,2 mm, ortopiroxeno (2%), hipidiomórfico, tabular, de 0,3 x 0,2 mm y opacos (2%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,3 x 0,3 mm. Dentro del último grupo se ubican lavas andesíticas, angulares, de 1,8 x 1,4 mm, con fenocristales de plagioclasa (25%), xenomórfica, tabular, de 0,3 x 0,2 mm, con zonación continua.

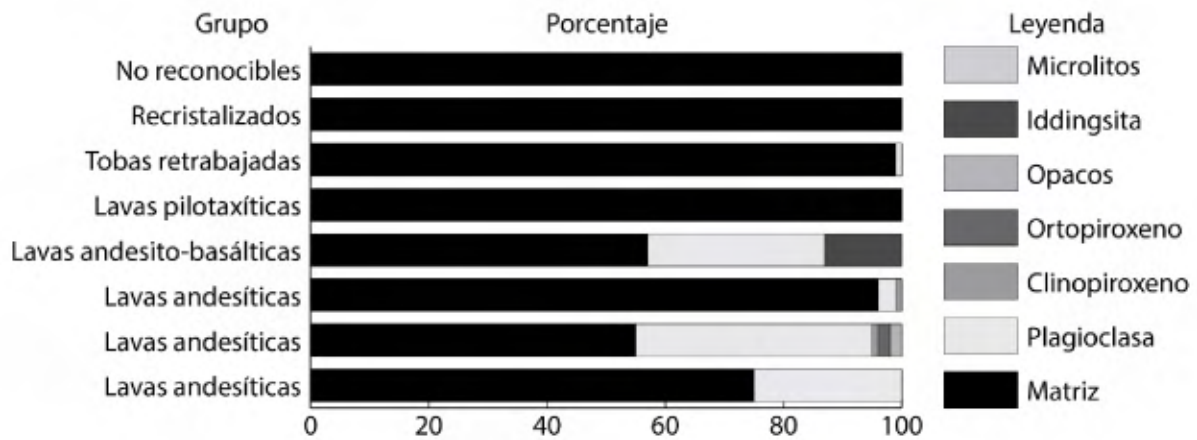


Figura 3.7 Tipos de litoclastos en la Toba Potrerillos

Los vitroclastos son divididos en tres grupos: escoria, pumíticos y fragmentos de vidrio. La escoria a su vez se divide en tres subgrupos el primero de escoria hialina (5 – 15%), irregulares, de 17 x 10 mm, con vesículas (35%), subredondeadas, de hasta 0,5 x 0,5 mm. Otro subgrupo corresponde con escoria microlítica (4 – 6%), con microlitos de plagioclasa no orientados (2 – 30%), formas amorfas, de hasta 2,9 x 2,6 mm y vesículas (20 – 40%), redondeadas, de 0,5 x 0,3 mm. El último subgrupo es de escoria cristalina (15%), amorfa de 10 x 5 mm con fenocristales de plagioclasa (20%), xenomórfica, tabular, de 1,1 x 0,5 mm, con maclas polisintéticas, zonación continua y textura cribosa y vesículas (85%), amorfas, de 1,4 x 0,6 mm. Los pumíticos son divididos en tres subgrupos, el primero es de pumíticos hialinos (<1 – 8%), con tendencia a ser alargados, de hasta 21 x 11 mm. El siguiente subgrupo comprende pumíticos cristalinos (11%), alargados, de hasta 2 x 1,2 mm, con bordes anaranjados y fenocristales de plagioclasa (6%), hipidiomórfica, tabular, de 1,3 x 1,2 mm, con zonación discontinua. El último subgrupo es de pumíticos con microlitos orientados (5 – 11%), de hasta 8 x 2 mm, con microlitos de plagioclasa (3 – 40%). Los fragmentos de vidrio hialinos (1%), son angulares, de 1,7 x 1 mm.

Toba Limbo I

Esta unidad son dos depósitos con una litofacies masiva y una rica en pómez. Microscópicamente se identifica como una toba vítrea a cristalina; son comunes en esta unidad los fenocristales de clinopiroxeno, ortopiroxeno y apatito, además de líticos recristalizados, escoria hialina y pumíticos cristalinos (Figura 3.8).

Los componentes se dividen en cristaloclastos (12%), litoclastos (6%) y vitroclastos (13%). Contiene textura piroclástica (pocas veces vitroclástica), con matriz (54 – 78%) compuesta de vidrio gris café (desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (11 – 38%), alargadas a amorfas, de hasta 6 x 4 mm. Otras texturas son: cribosa en plagioclasa y ortopiroxeno, y glomeroporfirítica en plagioclasa, clinopiroxeno y ortopiroxeno. En la muestra 7CN107,48 piezómetro CN-7 la matriz se encuentra reemplazada por calcita.

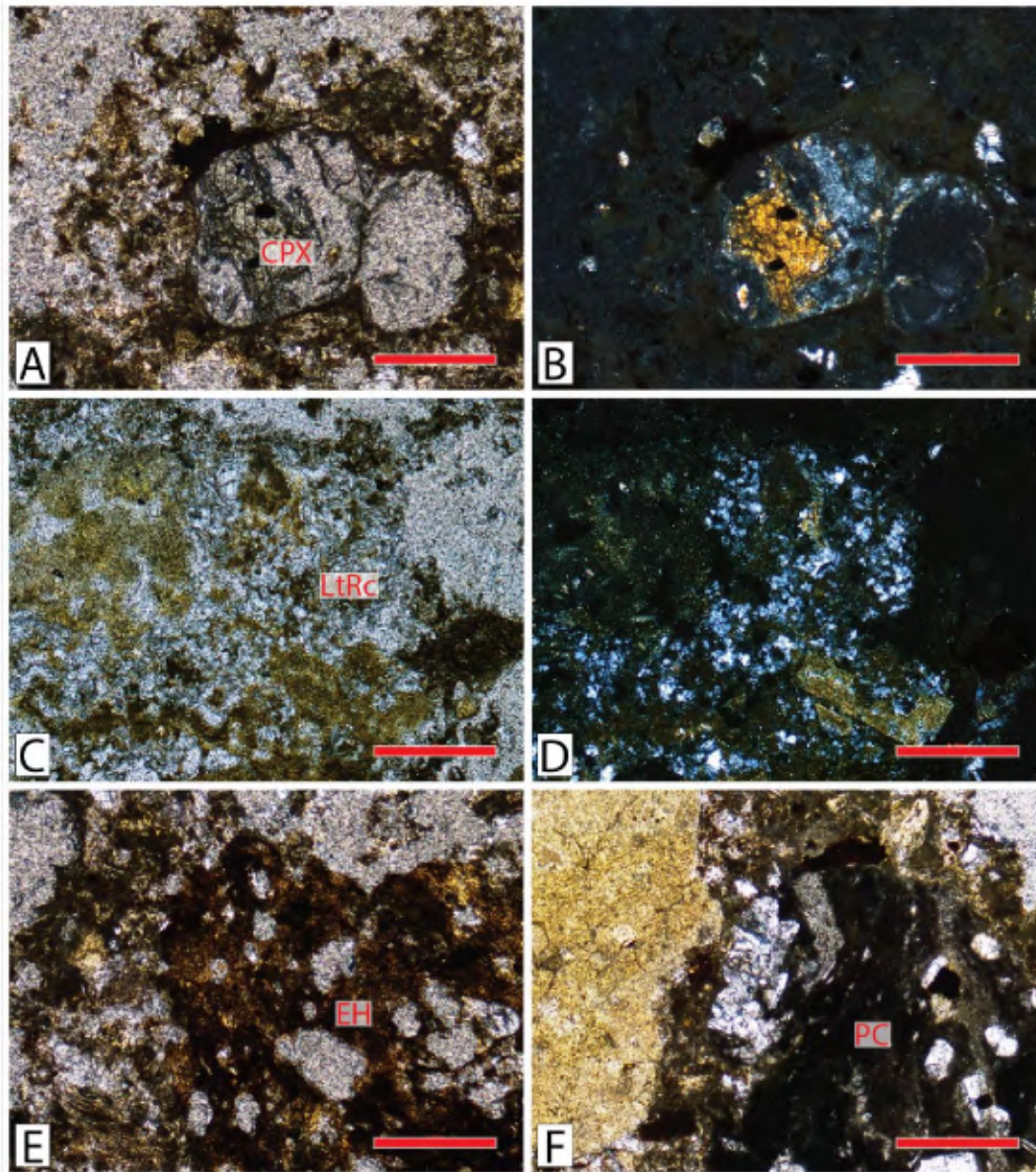


Figura 3.8 Toba Limbo I A. y B. Cristaloclastos. C. y D. Lítico. E. Escoria. F. Pumítico. CPX = Clinopiroxeno, LtRc = Lítico recrystalizado, EH = Escoria hialina, PC = Pumítico cristalino, A., C., E. y F. Nícoles paralelos, B. y D. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.

Los cristaloclastos principales son plagioclasa (4 – 13%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,5 x 0,2 y 2,2 x 0,9 mm, zonación discontinua, maclas polisintéticas, maclas de Karlsbad y bordes fracturados y clinopiroxeno (<3%), xenomórfico a hipidiomórfico, tabular, de 1,8 x 0,9 mm. Por otra parte, los cristaloclastos accesorios son de ortopiroxeno, xenomórfico a hipidiomórfico, tabular, de 0,7 x 0,3 mm; apatito, hipidiomórfico, tabular, de 0,3 x 0,03 mm y opacos, xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,4 x 0,3 mm.

Por su parte, los litoclastos se dividen en cuatro grupos diferentes: líticos no reconocibles, líticos recrystalizados, líticos de tobas y lavas. Los líticos no reconocibles (<4%), varían de amarillo a café, son angulares, de hasta 2,4 x 1,7 mm; los líticos recrystalizados (<6%), son amorfos a subredondeados, de hasta 2,5 x 1,6 mm y los líticos de toba (4%), alargados, de 2,7 x 1,8 mm. Por

último, las lavas se subdividen en tres subgrupos: lavas cristalinas, lavas con microlitos no orientados y lavas con microlitos orientados. Lavas cristalinas (<9%), angulares a subredondeadas, de hasta 3,5 x 2,9 mm, con fenocristales de plagioclasa (5 – 17%), hipidiomórfica, tabular, de 0,2 x 0,1 mm, con maclas de Karlsbad, polisintéticas, zonación continua y discontinua, y clinopiroxeno (12%), xenomórfico, tabular, de 1,1 x 0,4 mm. Algunos presentan microlitos de plagioclasa orientados (2%). Lavas con microlitos sin orientación específica (<1%), angulares, de 0,9 x 0,9 mm, con microlitos de plagioclasa (5%). Lavas con microlitos orientados (<3%), subangulares, de hasta 1,1 x 1,1 mm, con microlitos de plagioclasa (3 – 15%).

Los vitroclastos son de cuatro tipos diferentes: escoria hialina, pumíticos cristalinos, pumíticos hialinos y fragmentos de vidrio. Escoria hialina (<11%), angular, de hasta 9 x 6 mm, con vesículas (10 – 60%), alargadas, de hasta 0,9 x 0,3 mm. Pumíticos cristalinos (2 – 18%), amorfos a alargados, de hasta 4 x 1,5 mm, con bordes cafés y fenocristales de plagioclasa (3 – 30%), hipidiomórfica, tabular, de 0,8 x 0,3 mm, con maclas polisintéticas, simples, de Karlsbad, zonación discontinua y discontinua, y clinopiroxeno (3 – 20%), hipidiomórfico, tabular, de 0,4 x 0,4 mm y ortopiroxeno (3%), xenomórfico, tabular, de 0,4 x 0,2 mm. Este tipo presenta textura cribosa en plagioclasa y glomeroporfiritos de plagioclasa y clinopiroxeno. Pumíticos hialinos (2 – 6%), amorfos, de hasta 3,3 x 3,1 mm. Fragmentos de vidrio (<1%), alargados, de hasta 0,8 x 0,4 mm.

Toba Sandillal

Se caracteriza por ser una toba con una sección Inferior vitrofírica y una sección Superior rica en pómez. A nivel microscópico no muestra una afinidad hacia una clasificación composicional específica, se caracteriza por contener accesorios de clinopiroxeno y fragmentos de vidrio (Figura 3.9).

Está compuesta de cristaloclastos (5%), litoclastos (7%) y vitroclastos (7%). La textura varía entre piroclástica y vitroclástica, con matriz (75 – 85%) compuesta de vidrio gris claro a café claro (desvitrificada), trizas vítreas y vesículas (5 – 57%), alargadas, de hasta 3,5 x 1,6 mm. Otras texturas visibles son: eutaxítica, cribosa en plagioclasa y glomeroporfírica con plagioclasa, clinopiroxeno y opacos.

El cristaloclasto principal es plagioclasa (<6%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,4 x 0,2 y 2,3 x 0,6 mm, zonación discontinua y maclas de Karlsbad. Los cristaloclastos secundarios son accesorios de clinopiroxeno, xenomórfico, tabular, de hasta 0,8 x 0,5 mm, apatito, xenomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm y opacos, xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,3 x 0,1 mm.

Los litoclastos son de dos tipos diferentes. Líticos recristalizados (<1%), redondeados, de hasta 0,4 x 0,3 mm y lavas cristalinas (14%), angulares, de hasta 9 x 6 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (20%) y fenocristales de plagioclasa (3%), hipidiomórfica, tabular, de 0,6 x 0,2 mm, con maclas de Karlsbad y opacos (2%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,5 x 0,4 mm.

Los vitroclastos se ubican en tres tipos diferentes: escoria, pumíticos y fragmentos de vidrio. Escoria hialina (1%), subredondeada, de 1 x 1 mm, con borde café y vesículas (40%), alargadas, de 0,2 x 0,1 mm. Los pumíticos son de tres tipos pumíticos hialinos (<3%), alargados, fibrosos, de hasta 9 x 7 mm; pumíticos con microlitos orientados (6%), alargados, de 2 x 1,3 mm, fibrosos, con

microlitos de plagioclasa (1%) y pumíticos cristalinos (1%), alargados, de 9 x 7 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (13%) y fenocristales de plagioclasa (10%), hipidiomórfica, tabular, de 0,7 x 0,2 mm, con zonación discontinua, maclas de Karlsbad, textura cribosa y opacos (3%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,5 x 0,4 mm. Los fragmentos de vidrio son hialinos (<2%), alargados, de hasta 4,8 x 2,2 mm con textura perlítica.

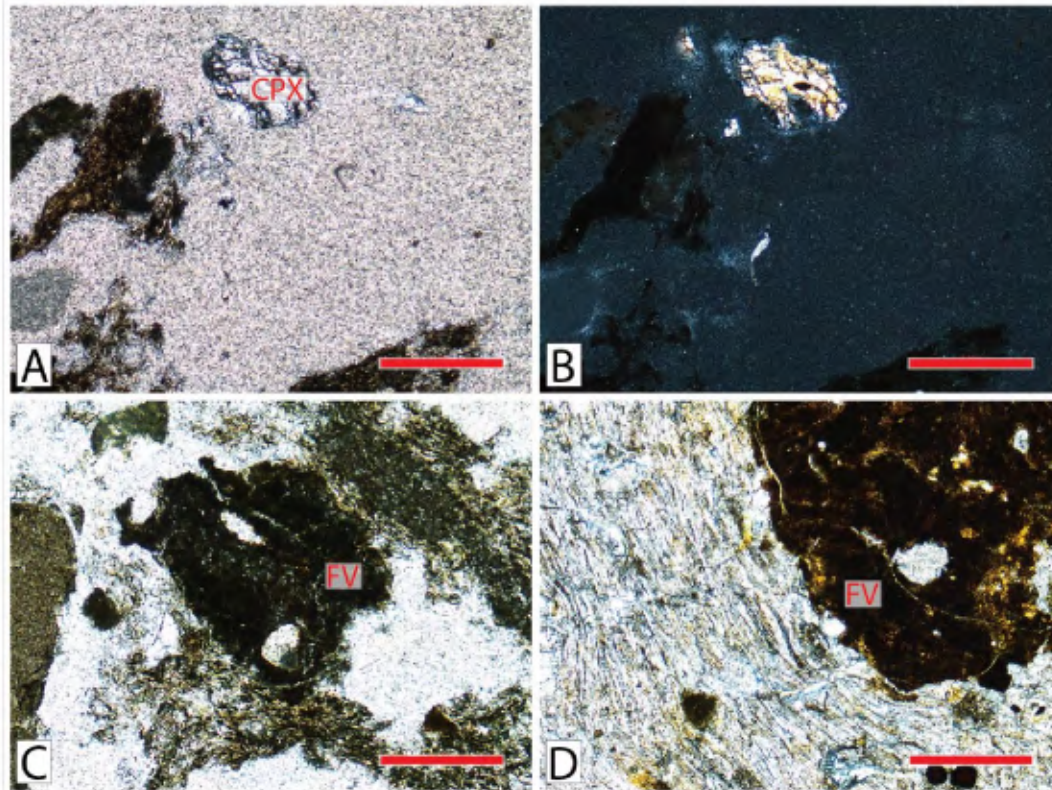


Figura 3.9 Toba Sandillal. A. y B. Cristaloclastos. C. y D. Fragmento de vidrio. CPX = Clinopiroxeno, FV = Fragmento de vidrio, A., C. y D. Nícoles paralelos, B. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.

Toba Rama de Nance

Es una ignimbrita masiva enriquecida en clastos de pómez. En microscopía son referentes los clastos vitroclastos de escoria cristalina, fragmentos de vidrio y pumíticos hialinos (Figura 3.10).

Está comprendida por cristaloclastos (6%), litoclastos (2%) y vitroclastos (24%). La textura vitroclástica se sobrepone a la piroclástica con matriz (62 – 81%) compuesta de vidrio café (desvitricado), trizas vítreas y vesículas (<20%), amorfas, de hasta 8,8 x 2,5 mm.

El cristaloclasto principal es plagioclasa (<5%), hipidiomórfica a xenomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,3 x 1 y 0,3 x 0,1 mm, maclas polisintéticas, de Karlsbad, zonación continua y discontinua. Otros cristaloclastos accesorios son opacos, xenomórficos, sin hábito reconocible de 0,9 x 0,7 mm y apatito, hipidiomórfico, tabular de 0,3 x 0,1 mm, clinopiroxeno, xenomórfico, granular, de 0,5 x 0,4 mm y ortopiroxeno, xenomórfico, tabular, de 1,1 x 0,4 mm.

Por otra parte, los litoclastos se agrupan en líticos recristalizados (<3%), subangulares, de hasta 4,3 x 2,7 mm y lavas con microlitos orientados (<3%), angulares, de hasta 5 x 1,9 mm con microlitos de plagioclasa (8 – 60%).

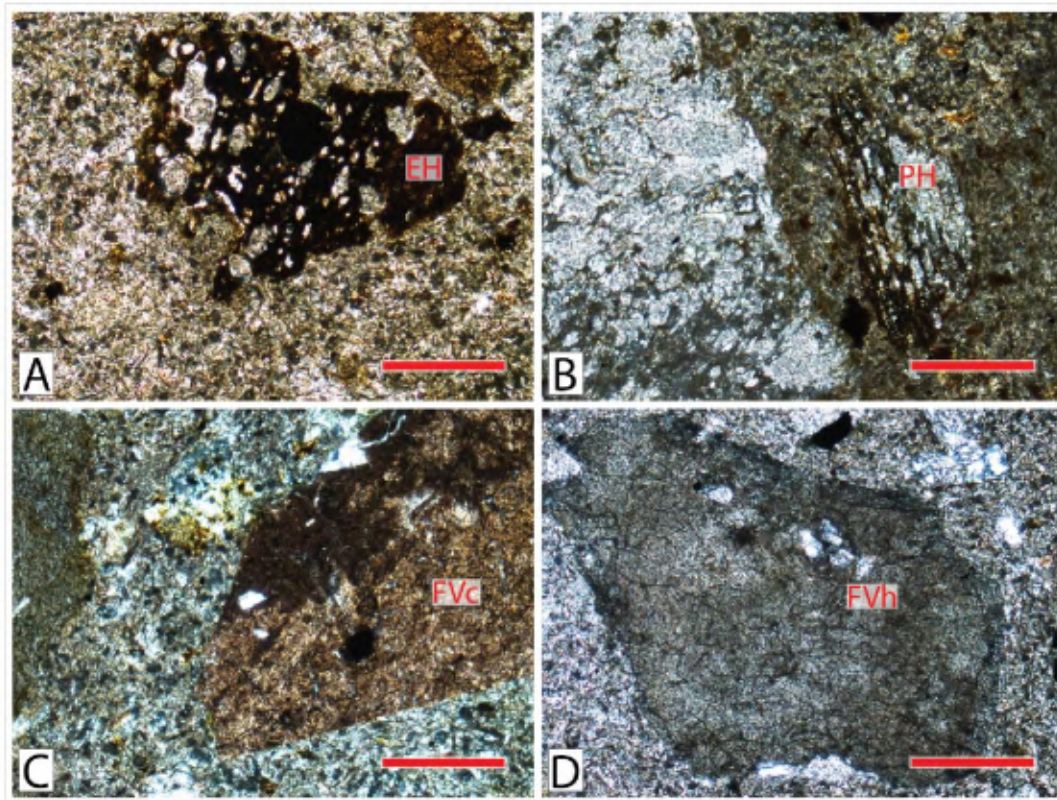


Figura 3.10 Toba Rama de Nance A. Escoria. B. Pumítico. C. y D. Fragmento de vidrio. EH = Escoria hialina, PH = Pumítico hialino, FVc = Fragmento de vidrio cristalino, FVh = Fragmento de vidrio hialino, A., B., C. y D. Nícoles paralelos. Escala gráfica = 0,5 mm.

Por último los vitroclastos visualizados abarcan escoria, pumíticos y fragmentos de vidrio. Escoria hialina (<6%), alargada, de hasta 3,3 x 2,6 mm, con vesículas (15 – 80%), alargadas, de hasta 0,4 x 0,3 mm. Pumíticos hialinos (15 – 24%), alargados, de hasta 14 x 8 mm. Los fragmentos de vidrio se subdividen en: fragmentos de vidrio hialinos (<2%), alargados a amorfos, de hasta 2,5 x 1,6 mm y fragmentos de vidrio cristalinos (<8%), angulares a alargados, de hasta 6 x 4,5 mm, con microlitos de plagioclasa no orientados (2%) y fenocristales de plagioclasa (4 – 5%), hipidiomórfica, tabular, de 0,6 x 0,1 mm con maclas de Karlsbad y zonación continua. Fiammes recristalizados (4%), alargados, de hasta 5,5 x 2,4 mm.

Toba Pan de Azúcar

Corresponde en su sección Inferior con una toba con *fiammes* cristalinos muy alargados y en su sección Superior con una toba gris con fragmentos de escoria esporádica de orden centimétrico. Bajo el microscopio es una toba vítrea, se reconocen fenocristales de clinopiroxeno y apatito, litoclastos de lavas con microlitos y vitroclastos de escoria hialina y pumíticos hialinos (Figura 3.11).

Conformada por cristaloclastos (7%), litoclastos (2%) y vitroclastos (16%). Sobresale la textura vitroclástica, con matriz (71 – 78%) compuesta de vidrio café oscuro a café claro (desvitrificado), con trizas vítreas y vesículas (12 – 13%), alargadas, de 1,7 x 0,4 mm. Otras texturas: glomeroporfírica con plagioclasa, opacos y clinopiroxeno y cribosa en plagioclasa.

Los cristaloclastos son de plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,4 x 0,2 y 1,2 x 0,8 mm, zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad y clinopiroxeno (1%), tabular, xenomórfico, de 0,6 x 0,4 mm, en glomeroporfiritos. Además de opacos, xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,4 x 0,3 mm y apatito, xenomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm, como accesorios.

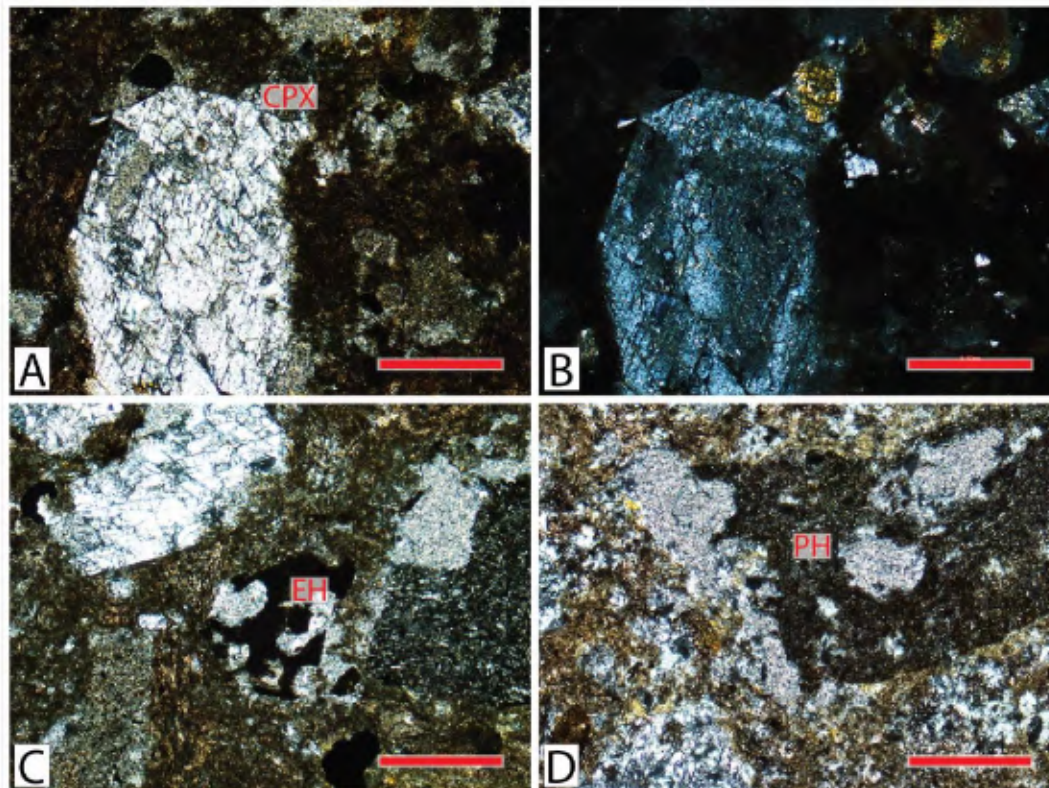


Figura 3.11 Toba Pan de Azúcar A. y B. Cristaloclastos. C. Escoria. D. Pumítico. CPX = Clinopiroxeno, EH = Escoria hialina, PH = Pumítico hialino, A., C. y D. Nícoles paralelos, B. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.

Seguidamente los litoclastos son de dos tipos: líticos recristalizados y lavas con microlitos orientados. Líticos recristalizados (<1%), angulares, de hasta 2,1 x 1,7 mm y lavas con microlitos orientados (2 – 3%), angulares, de hasta 2,5 x 1,2 mm, con microlitos de plagioclasa (10%) y vesículas (20%), amorfas, de 1,1 x 0,7 mm.

Los vitroclastos a su vez son de dos tipos: escoria y pumíticos. La escoria es hialina (<2%), subredondeada a angular, de hasta 1,8 x 1,6 mm, con vesículas (40 – 80%), amorfas, de hasta 0,7 x 0,5 mm, mientras que los pumíticos son hialinos (11 – 19%), alargados, de hasta 3,9 x 2,7 mm.

Toba Limbo II

Es una toba separada en dos depósitos. El depósito Inferior es una toba rica en pómez y el depósito Superior varía de una base rica en *fiammes* grises a un techo enriquecido en pómez blanca

y amarillo claro. En sección delgada tiende a ser una toba vítrea, en esta unidad son representativos el clinopiroxeno, apatito, líticos no reconocibles, escoria hialina y pumíticos hialinos (Figura 3.12).

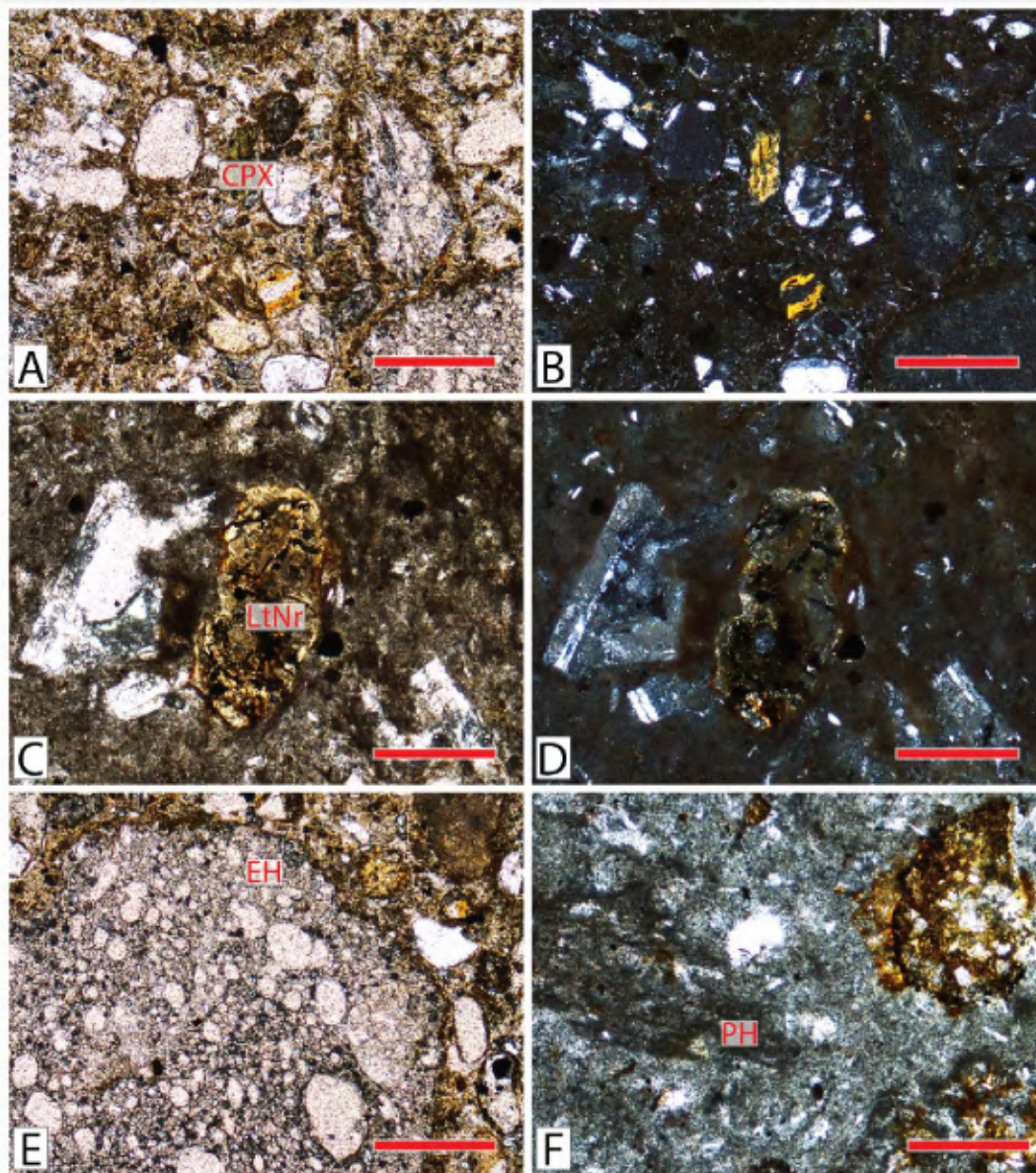


Figura 3.12 Toba Limbo II A. y B. Cristaloclastos. C. y D. Lítico no reconocible. E. Escoria. F. Pumítico. CPX = Clinopiroxeno, LtNr = Lítico no reconocible, EH = Escoria hialina, PH = Pumítico hialino, A., C., E. y F. Nícoles paralelos, B. y D. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.

Está compuesta por cristaloclastos (8%), litoclastos (7%) y vitroclastos (18%). Es típica la textura piroclástica, con matriz (62 – 73%) compuesta de vidrio gris café (desvitrificado), trizas vítreas arcillitizadas y vesículas (8 – 10%), irregulares, de hasta 4,5 x 2 mm. Otras texturas: cribosa en los fenocristales de plagioclasa.

Los cristaloclastos son de plagioclasa (3 – 8%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de y 0,3 x 0,1 y 1,1 x 0,5 mm, maclas simples, polisintéticas y de Karlsbad, zonación continua, discontinua y bordes desgastados; clinopiroxeno (1%), xenomórfico a hipidiomórfico, tabular, de 1,5

x 0,4 mm y accesorios de apatito, hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm y opacos, xenomórficos, tabulares, de 0,3 x 0,2 mm. Algunos minerales secundarios son zeolitas (<1%), agregados radiales con extinción ondulante, rellenando vesículas subangulares, de 0,7 x 0,4 mm y calcedonia (<1%), rellenando vesículas subredondeadas, de 0,5 x 0,4 mm.

Los litoclastos son de dos tipos: líticos no reconocibles y líticos de tobas. Líticos no reconocibles (<6%), angulares, de hasta 2,4 x 1,6 mm. Mientras, los líticos de tobas (4%), son redondeados, de hasta 0,7 x 0,6 mm, con borde anaranjado.

Los vitroclastos se agrupan en escoria, pumíticos y fragmentos de vidrio. Escoria hialina (3 – 5%), angular a alargada, de hasta 2 x 1,1 mm, con vesículas (10 – 70%), subredondeadas a redondeadas, de hasta 0,5 x 0,3 mm. Pumíticos hialinos (2 – 6%), alargados, fibrosos, de hasta 2,9 x 1,9 mm, con bordes café oscuro. Pumíticos cristalinos (8%), alargados, de hasta 10 x 4 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, de 0,7 x 0,1 mm, con maclas polisintéticas. Fragmentos de vidrio hialinos (8%), amorfos, de 0,7 x 0,5 mm, con bordes café.

Mata de Caña

En esta unidad se reconocen tres depósitos de tobas moradas con tonos rojizos y celestes diferentes petrográficamente nombrados como las subunidades Mata de Caña Inferior, Mata de Caña Medio y Mata de Caña Superior, en orden de base a techo respectivamente. Mata de Caña Inferior varía en el rango de las tobas vítreas se diferencia por la presencia de fenocristales de apatito, escoria hialina y pumíticos cristalinos, mientras que Mata de Caña Medio varía de toba vítrea a lítica, se reconoce por la existencia de clinopiroxeno, lavas con microlitos y pumíticos cristalinos. Por último, Mata de Caña Superior no muestra una clasificación específica, contiene cristaloclastos de clinopiroxeno, ortopiroxeno y apatito, y vitroclastos de escoria hialina y pumíticos hialinos (Figuras 3.13 y 3.14).

Mata de Caña Inferior

Depósito compuesto por cristaloclastos (6%), litoclastos (5%) y vitroclastos (23%), con textura piroclástica, con matriz (51 – 83%) compuesta de vidrio gris claro (desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (3 – 6%), alargadas a redondeadas, de hasta 1,2 x 0,3 mm. Otras texturas: Cribosa en plagioclasa, eutaxítica, glomeroporfírica con plagioclasa y opacos, axiolítica con trizas vítreas recristalizadas e hialopilitica con microlitos de plagioclasa sin orientación.

El cristaloclasto principal es plagioclasa (3 – 9%), con dos generaciones de 0,3 x 0,1 y 2,4 x 1,4 mm, zonación discontinua, maclas polisintéticas y bordes fracturados. A su vez contiene accesorios de apatito, hipidiomórfico, tabular, de 0,3 x 0,1 mm y opacos, xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,4 x 0,3 mm.

Los litoclastos son de dos tipos: líticos recristalizados y lavas. Líticos recristalizados (2%), subredondeados, de hasta 1 x 0,9 mm y las lavas se subdividen en lavas con microlitos orientados (2%), angulares, de hasta 1,1 x 1 mm, con bordes arcillitizados, con microlitos de plagioclasa (20%) y lavas cristalinas (9%), angulares, de hasta 3,4 x 1,3 mm, con borde anaranjado, microlitos de feldespatos orientados (60%) y fenocristales de plagioclasa (4%), hipidiomórfica, tabular, de 0,4 x 0,1 mm, con maclas de Karlsbad.

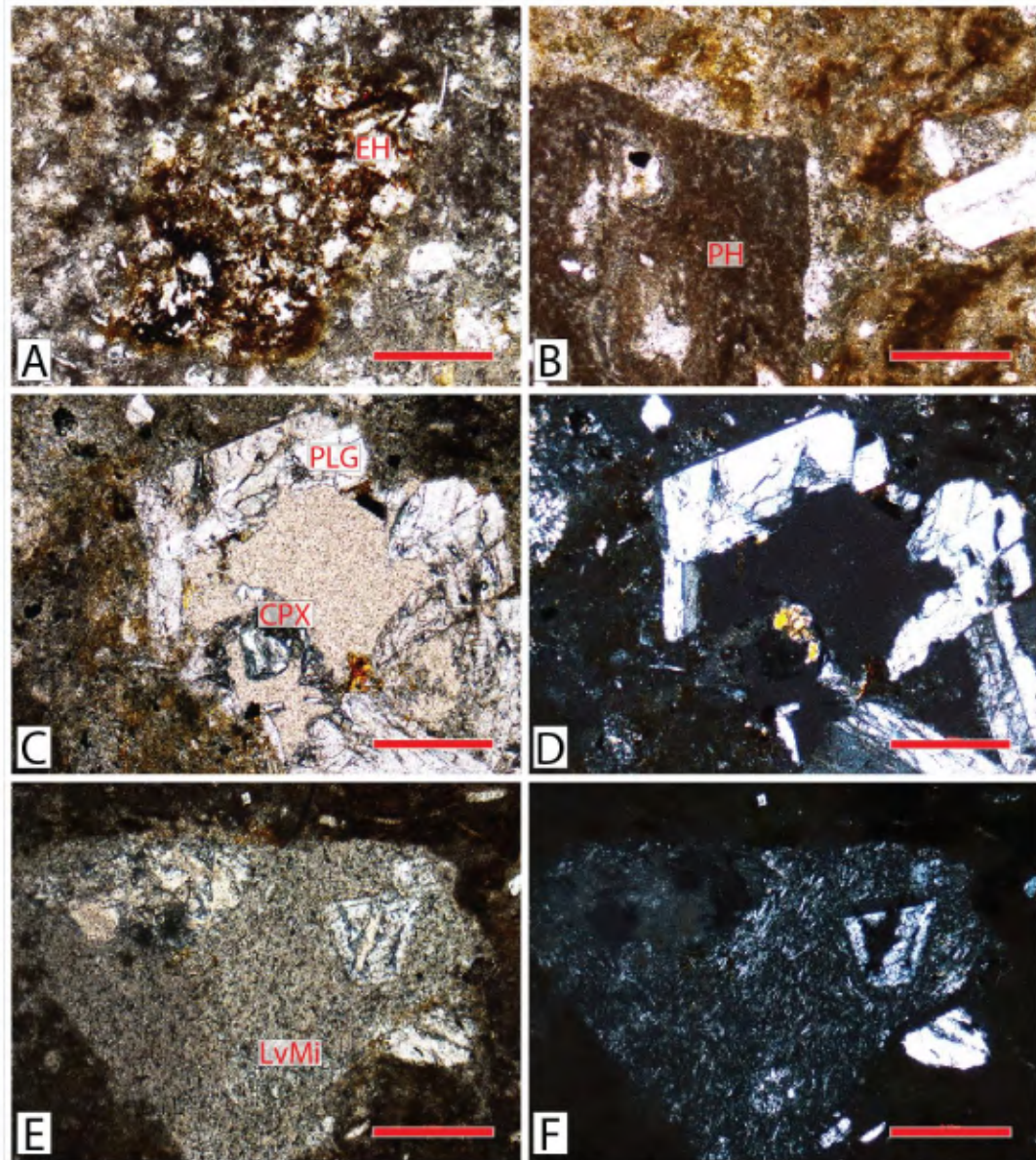


Figura 3.13 Mata de Caña Inferior. A. Escoria. B. Pumítico. Mata de Caña Inferior. C. y D. Cristaloclastos. E. y F. Lava. PLG = Plagioclasa, CPX = Clinopiroxeno, LvMi = Lava con microlitos, EH = Escoria hialina, PH = Pumítico hialino, A., B., C. y E. Nícoles paralelos, D. y F. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.

Los vitroclastos se agrupan en escoria, pumíticos y fragmentos de vidrio. Escoria hialina (10 – 12%), alargada, hasta de 3,2 x 1,2 mm, con vesículas (25 – 60%), redondeadas, de hasta 0,3 x 0,1 mm. Los pumíticos se subdividen en pumíticos pilotaxíticos (4%), alargados, de hasta 2,7 x 1,3 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (4%) y pumíticos cristalinos (15 – 27%), subredondeados, de 17 x 14 mm, con fenocristales de plagioclasa (13 – 20%), xenomórfica a hipidiomórfica, tabular, de 2,6 x 0,4 mm, con zonación continua, discontinua y maclas de Karlsbad; además presenta, cumulitos de plagioclasa y microlitos de plagioclasa orientados (3%). Fragmentos de vidrio hialinos (<1%), angulares, bandeados, de hasta 2,2 x 1,4 mm.

Mata de Caña Intermedio

Esta toba se compone de cristaloclastos (6%), litoclastos (3%) y vitroclastos (27%). Predomina la textura piroclástica, con matriz (41 – 79%) compuesta de vidrio gris claro a café (desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (4 – 8%), alargadas a subredondeadas, de 2,9 x 1,1 mm. Otras texturas: cribosa en plagioclasa, glomeroporfirítica en plagioclasa, clinopiroxeno y opacos, eutaxítica e hialopíltica con microlitos de plagioclasa no orientados.

Los cristaloclastos se componen principalmente de plagioclasa (3 – 8%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,5 x 0,2 y 1,6 x 1 mm, zonación discontinua, continua, maclas polisintéticas y de Karlsbad, arcillitización y fragmentación en los bordes. Además, de accesorios de clinopiroxeno, xenomórfico, tabular, de 1,2 x 0,3 mm; apatito, xenomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm y opacos, xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,3 x 0,2 mm. Se encuentra calcedonia (<1%), agregados granulares angulares, de 0,9 x 0,4 mm, como mineral secundario.

El siguiente componente son los litoclastos agrupados en tres grupos: líticos no reconocibles, líticos recristalizados y lavas. Líticos no reconocibles (3%), subredondeados, de hasta 11 x 4 mm, con borde café. Líticos recristalizados (2%), alargados, de hasta 1,8 x 0,9 mm. Las lavas se subdividen en lavas con microlitos orientados (<6%), angulares, de hasta 6 x 2 mm, con microlitos de plagioclasa (20 – 60%) y lavas cristalinas (<7%), angulares, de hasta 3,6 x 2,8 mm, con microlitos de plagioclasa no orientados (30 – 40%) y fenocristales de plagioclasa (5 – 10%), hipidiomórfica, tabular, de 0,9 x 0,3 mm, con textura cribosa, zonación continua, discontinua y maclas polisintéticas y clinopiroxeno (8%), xenomórfico, granular uniforme, de 0,3 x 0,3 mm.

Los vitroclastos se agrupan en tres grupos: escoria, pumíticos y fragmentos de vidrio. La escoria se subdivide en escoria hialina (5%), alargada, de hasta 5 x 5 mm, con borde café y vesículas (30%), subredondeadas, de 0,2 x 0,1 mm y escoria cristalina (10 – 17%), angular a amorfa, de hasta 2,7 x 2 mm, con borde café, vesículas (10 – 40%), redondeadas, de hasta 1,3 x 0,7 mm y fenocristales de plagioclasa (2 – 3%), hipidiomórfica, tabular, de 0,4 x 0,1 mm, con zonación continua y maclas de Karlsbad y clinopiroxeno (1%), xenomórfico, tabular, de 0,2 x 0,2 mm. Los pumíticos se subdividen en pumíticos hialinos (3 – 33%), alargados, de hasta 3,3 x 1,3 mm; pumíticos con microlitos (6%), alargados, de hasta 2,8 x 1,6 mm, fibrosos y pumíticos cristalinos (6 – 53%), alargados, de hasta 30 x 9 mm, con fenocristales de plagioclasa (5 – 10%), hipidiomórfica, tabular, de 1,8 x 0,4 mm, con zonación discontinua, continua, maclas polisintéticas y de Karlsbad y opacos (<1%), xenomórficos, tabulares, de 0,1 mm. Por último, los fragmentos de vidrio se subdividen en fragmentos de vidrio hialinos (<1%), amorfos, de hasta 0,6 x 0,5 mm y fragmentos de vidrio cristalinos (<1%), angulares, de hasta 3,2 x 2,1 mm, con fenocristales de plagioclasa (4%), hipidiomórfica, tabular, de 0,4 x 0,3 mm, con maclas polisintéticas.

Mata de Caña Superior

La litofacies masiva rica en líticos comprende cristaloclastos (13%), litoclastos (8%) y vitroclastos (13%), con textura piroclástica, con matriz (62 – 70%) compuesta de vidrio gris a café claro (desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (6 – 13%), alargadas, de 3,4 x 2,4 mm, algunas con bordes anaranjados. Otras texturas: Cribosa en plagioclasa y glomeroporfirítica con plagioclasa, opacos y clinopiroxeno.

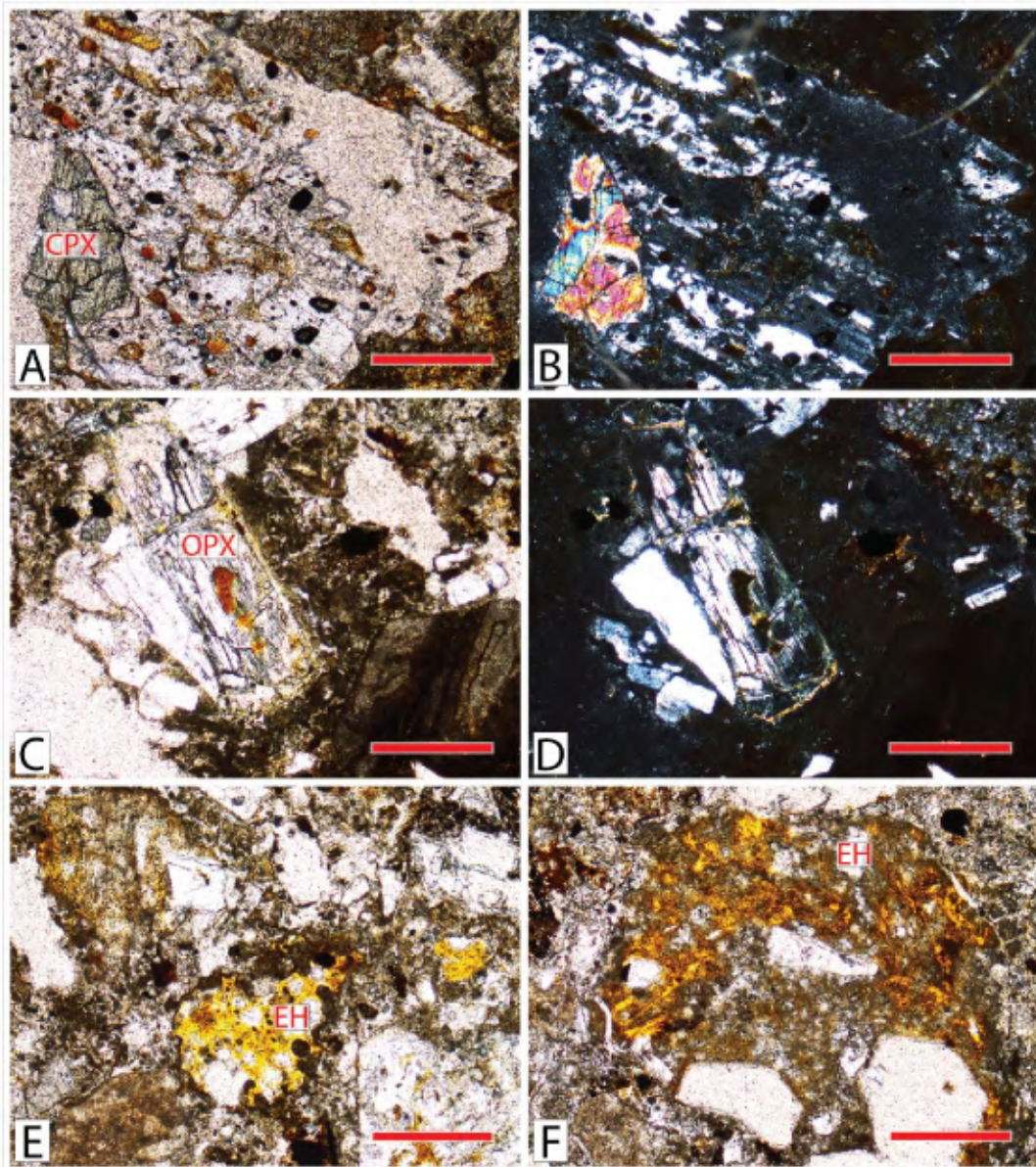


Figura 3.14 Mata de Caña Superior A., B., C. y D. Cristaloclastos. E. y F. Escoria. CPX = Clinopiroxeno, OPX = Ortopiroxeno, EH = Escoria hialina, A., C., E. y F. Nícoles paralelos, B. y D. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.

Los cristaloclastos son de plagioclasa (6 – 13%), hipidiomórfica, tabular, de 3,5 x 1,7 mm, con zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad y clinopiroxeno (<3%), xenomórfico, tabular, de 1,1 x 0,9 mm. También contiene minerales accesorios como ortopiroxeno, xenomórfico, tabular, de 1,2 x 0,3 mm; apatito, hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm y opacos, xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,5 x 0,4 mm. Algunos minerales secundarios son calcita (<1%), en vesículas rellenas, amorfas, de hasta 3,4 x 2,1 mm y calcedonia (<1%), en agregados granulares de formas amorfas, de hasta 1 x 1 mm.

Por otra parte, los litoclastos se agrupan en: líticos no reconocibles, líticos recrystalizados y lavas cristalinas. Líticos no reconocibles (<1%), angulares, de hasta 0,2 x 0,1 mm; líticos recrystalizados (3%), angulares, de hasta 4,2 x 3,1 mm y lavas cristalinas (11%), angulares, de hasta

6 x 3 mm, con microlitos de feldspatos orientados (60%) y fenocristales de plagioclasa (5%), xenomórfica, tabular, de 0,9 x 0,3 mm, con zonación discontinua y maclas de Karlsbad.

Por último, los vitroclastos son de tres tipos: escoria, pumíticos y fragmentos de vidrio. Escoria hialina (<3%), angular, de hasta 1,8 x 0,8 mm, con vesículas (15 – 70%), redondeadas, de 0,4 x 0,1 mm; pumíticos hialinos (4 – 12%), alargados, de hasta 3,5 x 2,6 mm y fragmentos de vidrio (1%), amorfo, de hasta 2 x 1,2 mm.

Toba Poza Salada

Es una toba con una sección inferior con *fiammes* vidriosos de orden métrico y una sección superior con fragmentos de escoria esporádica de orden centimétrico. La diferencia microscópica de esta unidad son los pumíticos hialinos y su clasificación tiende a ser de una toba vítrea (Figura 3.15).

Los valores promedio de los componentes son: cristaloclastos (27%), litoclastos (18%) y vitroclastos (56%). Impera la textura vitroclástica y pocas veces piroclástica, con matriz (53 – 90%) compuesta de vidrio incoloro a café, trizas vítreas y vesículas (2 – 10%), amorfas y pocas veces alargadas, de hasta 5,6 x 2,6 mm. Otras texturas visibles son eutaxítica, cribosa en plagioclasa, glomeroporfirítica en plagioclasa, ortopiroxeno, clinopiroxeno y opacos, poiquilítica con clinopiroxeno incluido en plagioclasa y cumulitos de plagioclasa. Además, en la muestra M14 se observaron microlitos de plagioclasa orientados.

Los cristaloclastos son de plagioclasa (3 – 17%), hipidiomórfica a xenomórfica, tabular, con dos generaciones de hasta 0,5 x 0,2 y 3,6 x 0,6 mm, zonación discontinua, maclas de Karlsbad y algunas veces maclas polisintéticas. Además de accesorios de opacos, xenomórficos, mayoritariamente sin hábito reconocible, mas algunas veces es granular uniforme, de hasta 0,3 x 0,3 mm; apatito, hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm; clinopiroxeno, xenomórfico, tabular, de 0,9 x 0,4 mm y ortopiroxeno, xenomórfico, tabular, de hasta 0,5 x 0,4 mm.

Por otra parte, los litoclastos abarcan tres tipos diferentes: líticos recristalizados, líticos no identificables y lavas de cinco tipos diferentes. Los líticos recristalizados (1%) tienden a ser, angulares, de 2,6 x 2 mm. Mientras que, los líticos no reconocibles (<1 – 5%), tienen tonos amarillentos, anaranjados y negruzcos, con formas subangulares a angulares, de hasta 2,6 x 1,8 mm y algunos con bordes de reacción. El primer tipo de lavas abarca lavas con microlitos de plagioclasa no orientados (1 – 2%), angulares, de hasta 1,6 x 1 mm. El segundo son lavas con microlitos orientados (<1 – 1%), subangulares, de 1,4 x 1 mm y el tercero son lavas andesíticas (<1 – 4%), subredondeadas a angulares, de hasta 3,5 x 2,1 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (3 – 30%) y fenocristales de plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, de 0,6 x 0,1 mm, con zonación continua. El cuarto tipo son lavas andesíticas (10%), angulares, de 3,1 x 2,3 mm, con microlitos de plagioclasa sin orientación alguna (20%) y fenocristales de plagioclasa (40%), arcillitizada, hipidiomórfica, tabular, de 1,1 x 0,3 mm, con maclas de Karlsbad y clinopiroxeno (5%), xenomórfico, tabular, de 0,3 x 0,2 mm. Y el último grupo es de lavas andesíticas (6%), subredondeada, de 4,4 x 3,4 mm, con microlitos de plagioclasa no orientados (25%) y fenocristales de plagioclasa (6%), hipidiomórfica, tabular, de 0,3 x 0,1 mm, con zonación continua, clinopiroxeno (2%), xenomórfico, de 0,4 x 0,3 mm y opacos (1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,4 x 0,2 mm.

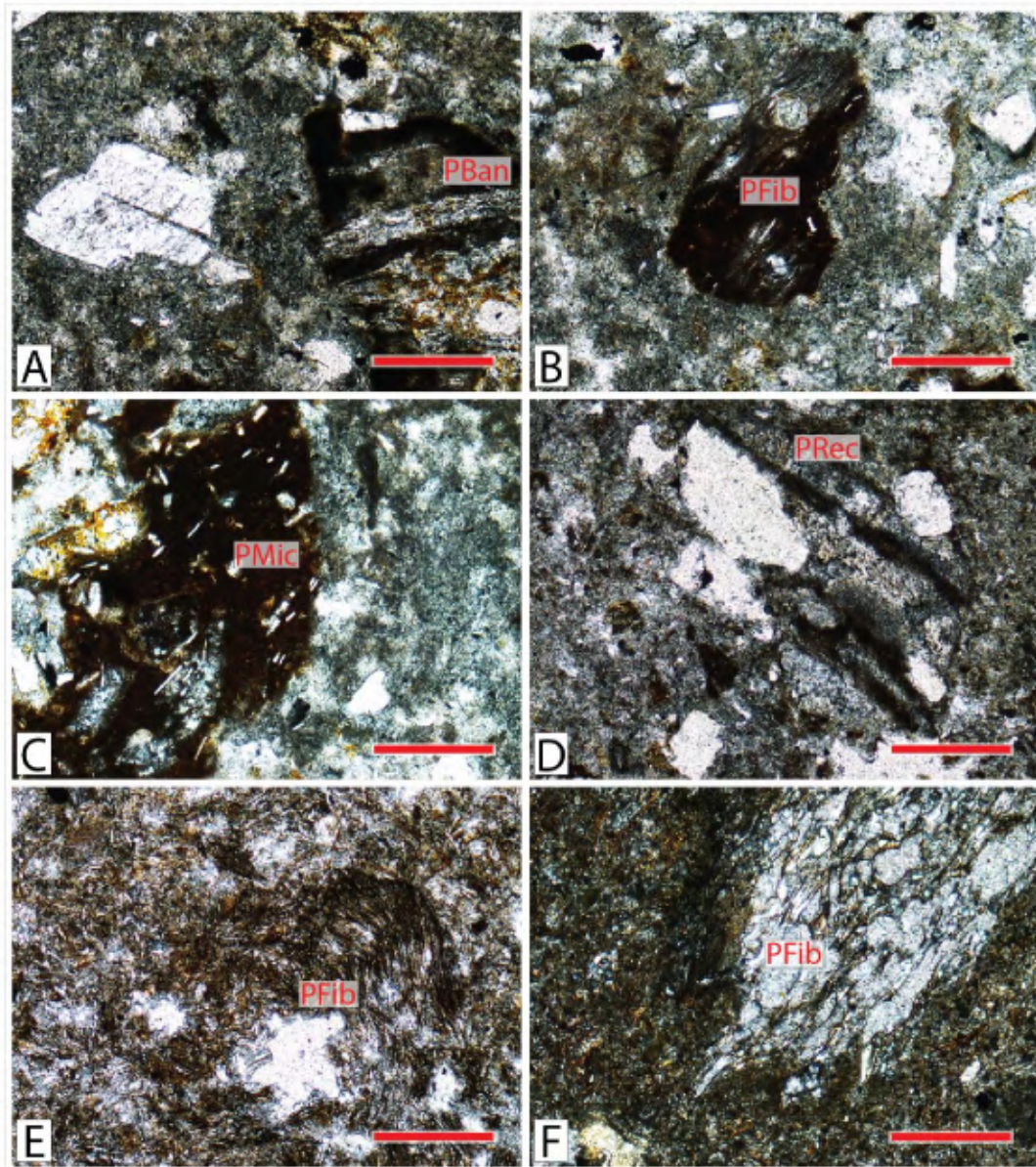


Figura 3.15 Toba Poza Salada A, B, C, D, E. y F. Pumítics. PBan = Pumítico bandeado, PFib = Pumítico fibroso, PMic = Pumítico con microlitos, PRec = Pumítico recrystalizado, A, B, C, D, E. y F. Nícoles paralelos. Escala gráfica = 0,5 mm.

Los vitroclastos se dividen en escorias, pumítics y *fiammes* vítreos. Las escorias se dividen en tres grupos composicionales el primero es hialino, con forma variable entre subredondeado a angular, con un tamaño máximo de 1,9 x 1,7 mm y vesículas (8 – 60%), alargadas, de hasta 0,5 x 0,3 mm. El segundo tiene microlitos de plagioclasa orientados (2 – 5%), amorfas, de hasta 3,6 x 3,2 mm y vesículas (20 – 40%), amorfas, de 1,1 x 0,6 mm, algunas veces con bordes de reacción. El último tipo está compuesto por escorias cristalinas (19 – 35%), subredondeadas a alargadas, de hasta 9 x 8 mm, con vesículas (40%), subredondeadas, de 1,1 x 0,6 mm y fenocristales de plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, de 0,8 x 0,6 mm, con maclas de Karlsbad, formando glomeroporfitos con opacos (1%), idiomórficos, hexagonales, de 0,2 x 0,1 mm. Los pumítics se dividen en cuatro grupos diferentes, el primero es hialino (1 – 16%), con formas alargadas, de hasta 9 x 2 mm. El segundo grupo son pumítics con microlitos de feldespatos no orientados (16%) subangulares, poco fibrosos,

de 13 x 9 mm, el tercer grupo con microlitos orientados de plagioclasa (6%), hipidiomórfica, tabular, de 0,1 x 0,03 mm. El último grupo se compone de pumíticos cristalinos (1%), alargados, de hasta 5,3 x 3,6 mm, con fenocristales de plagioclasa (2 – 7%), hipidiomórfica, tabular, de 0,6 x 0,1 mm, con maclas de Karlsbad y opacos (1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,3 x 0,2 mm. Los *fiammes* vítreos presentan textura perlítica, cribosa en plagioclasa y glomeroporfirítica con plagioclasa, clinopiroxeno y opacos; además de fenocristales de plagioclasa (4%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,9 x 0,7 y 0,4 x 0,2 mm, zonación discontinua y maclas polisintéticas; clinopiroxeno (1%), xenomórfico, tabular, de 0,7 x 0,3 mm y opacos (<1%), hipidiomórficos, tabulares, de 0,3 x 0,1 mm.

Algunos minerales secundarios son zeolita y calcedonia (<1%), rellenando espacios subredondeados, de hasta 0,7 x 0,7 mm y los fenocristales de plagioclasa presentan arcillitización.

Toba Santa Rosa

La Toba Santa Rosa es una toba gris violácea con tonos rosados cuya característica principal es que en su sección intermedia se diferencian *fiammes* blancos. Petrográficamente varía entre las tobas vítreas y cristalinas, se diferencian cristaloclastos de clinopiroxeno, ortopiroxeno y apatito, este último es accesorio y pumíticos hialinos como vitroclasto principal (Figura 3.16).

Presenta cristaloclastos (9%), litoclastos (6%) y vitroclastos (14%), con textura vitroclástica a piroclástica en una matriz (53 – 87%) compuesta de vidrio gris a café (desvitrificada), trizas vítreas y vesículas (2 – 14%), amorfas a alargadas, de hasta 6 x 1 mm. Otras texturas: eutaxítica, axiolítica, cribosa en plagioclasa, poiquilitica con matriz y opacos incluidos en plagioclasa, glomeroporfirítica con plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno y opacos y cumulitos de plagioclasa.

Los cristaloclastos son de plagioclasa (2 – 11%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,5 x 0,3 y 3,1 x 1,2 mm, zonación discontinua, continua, maclas polisintéticas, de Karlsbad, muy fracturadas y arcillitizadas y clinopiroxeno (<2%), xenomórfico, tabular, de 1,3 x 0,6 mm. Además, accesorios de ortopiroxeno hipidiomórfico, tabular, de 1,2 x 0,5 mm; apatito, hipidiomórfico, tabular, de 0,3 x 0,1 mm y opacos, xenomórficos, tabulares, de 0,6 x 0,5 mm.

Los litoclastos se dividen en tres grupos: líticos no reconocibles, líticos recristalizados y lavas. Líticos no reconocibles (<8%), angulares a subredondeados, de hasta 3,7 x 2,6 mm. Líticos recristalizados (2 – 6%), angulares, de hasta 7 x 6 mm. Por último, las lavas se agrupan en tres subgrupos: lavas con microlitos no orientados, lavas pilotaxíticas y lavas cristalinas. Lavas con microlitos no orientados (<2%), subredondeadas a angulares, de hasta 2,6 x 1,5 mm, con microlitos de plagioclasa (<35%). Lavas pilotaxíticas (2 – 3%), subredondeadas a angulares, de hasta 3,6 x 2 mm, con microlitos de plagioclasa (7%). Lavas cristalinas (3 – 15%), angulares, de hasta 4,2 x 2,1 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (4 – 30%) y fenocristales de plagioclasa (4 – 5%), hipidiomórfica, tabular, de 0,8 x 0,2 mm, con maclas de Karlsbad y zonación continua y clinopiroxeno (5%), hipidiomórfico, granular uniforme, de 0,5 x 0,4 mm.

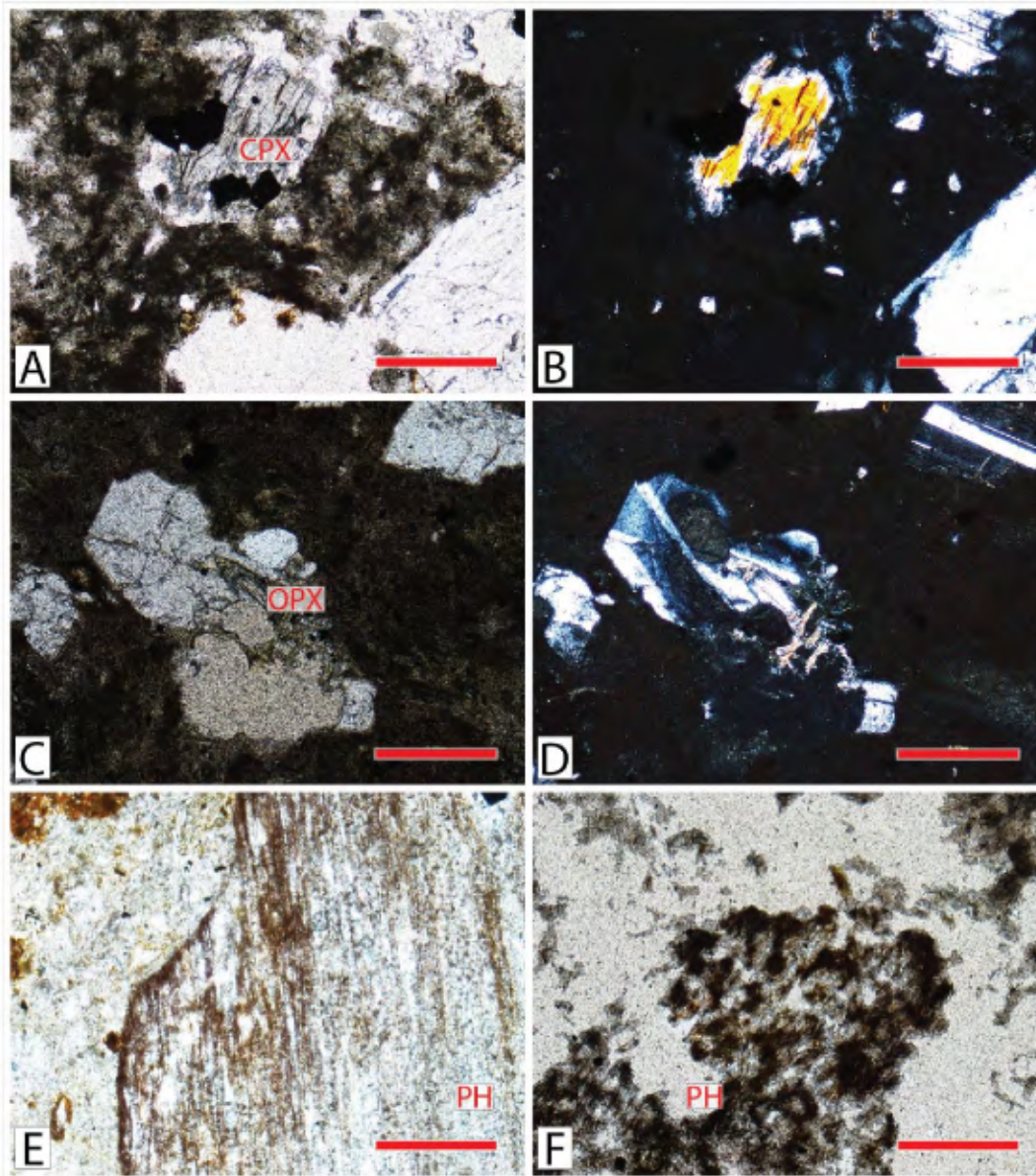


Figura 3.16 . Toba Santa Rosa A., B., C. y D. Cristaloclastos. E. y F. Pumíticos. CPX = Clinopiroxeno, OPX = ortopiroxeno, PH = Pumítico hialino, A., C., E. y F. Nícoles paralelos, B. y D. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.

A su vez los vitroclastos se dividen en escoria (hialina y cristalina), pumíticos (hialinos, cristalinos y pilotaxíticos) y fragmentos de vidrio hialinos. Escoria hialina (<11%), subredondeada, de hasta 10 x 4 mm, con bordes negros y vesículas (30 – 60%), amorfas, de hasta 1,7 x 0,6 mm y escoria cristalina (<5%), angular, de hasta 2,6 x 1,2 mm, con vesículas (30 – 70%), redondeadas, de hasta 0,5 x 0,3 mm y fenocristales de plagioclasa (<2%), hipidiomórfica, tabular, de 0,2 x 0,2 mm, con zonación continua y maclas de Karlsbad. Pumíticos hialinos (2 – 9%), alargados, de hasta 11 x 2 mm, fibrosos, algunos con bordes de reacción; pumíticos cristalinos (3 – 17%), alargados, de hasta 5,4 x 2,5 mm, con fenocristales de plagioclasa (5 – 10%), hipidiomórfica, tabular, 0,9 x 0,7 mm, con zonación discontinua y maclas de Karlsbad y vesículas (30%), irregulares, de hasta 1,4 x 1,2 mm, y pumíticos pilotaxíticos (12 – 18%), alargados, de hasta 15 x 1 mm, con microlitos de plagioclasa (6 – 20%). Fragmentos de vidrio hialinos (<11%), amorfos, de hasta 2 x 1,4 mm.

Toba La Casona

En esta unidad se agrupan dos depósitos de flujo de pómez el primero o Inferior sin soldamiento y el segundo o Superior con una base soldada. Al microscopio varía en el rango de las tobas vítreas, mientras, los componentes distintivos son cristales de clinopiroxeno, ortopiroxeno, apatito (los últimos dos como accesorios) y escoria hialina (Figura 3.17).

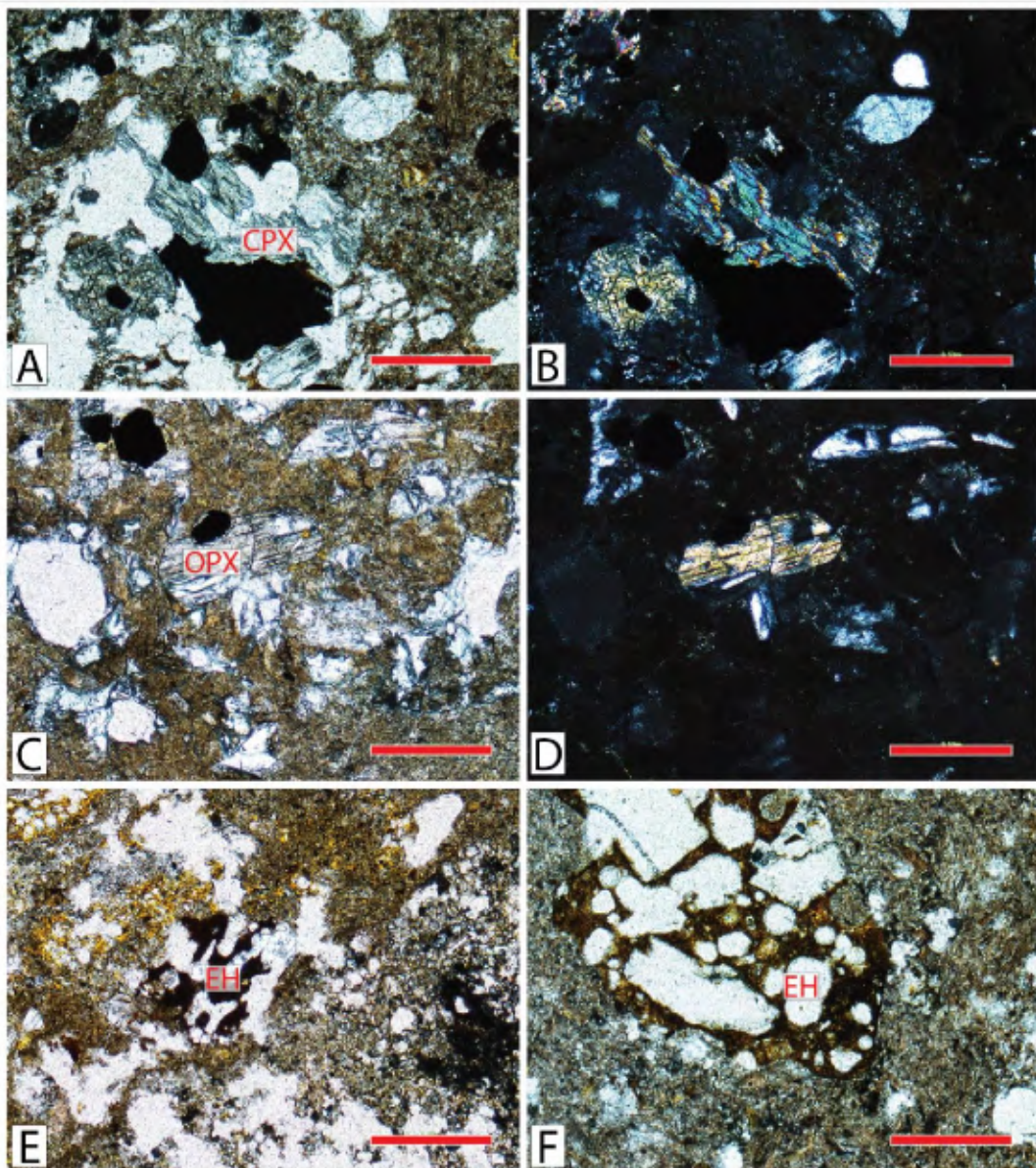


Figura 3.17 Toba La Casona A., B., C. y D. Cristaloclastos. E. y F. Escoria. CPX = Clinopiroxeno, OPX = Ortopiroxeno, EH = Escoria hialina, A., C., E. y F. Nícoles paralelos, B. y D. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.

Se compone de cristaloclastos (10%), litoclastos (7%) y vitroclastos (22%). La textura varía de vitroclástica a piroclástica con matriz (36 – 75%) compuesta de vidrio incoloro a café oscuro (sideromelana y algunas veces desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (3 – 26%), irregulares a subredondeadas, de hasta 8 x 3 mm. Otras texturas: poiquilítica con vidrio, opacos y clinopiroxeno

en fenocristales de plagioclasa y glomeroporfirítica con plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno y opacos.

Los cristaloclastos se componen de plagioclasa (2 – 12%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de crecimiento 0,5 x 0,4 y 3,1 x 1,8 mm, con zonación discontinua, continua, maclas polisintéticas y de Karlsbad; clinopiroxeno (<4%), xenomórfico, tabular, de 1,7 x 1 mm; ortopiroxeno (<2%), hipidiomórfico, tabular, de 1,1 x 0,6 mm y opacos (<2%), xenomórficos, granulares uniformes, de 1,6 x 0,8 mm. Además, presenta como mineral accesorio apatito, hipidiomórfico, tabular, de 0,2 x 0,1 mm.

A su vez se reconocieron tres tipos de los litoclastos diferentes: líticos no reconocibles, líticos recristalizados y lavas. Los líticos no reconocibles se dividen en líticos negros (<1%), con hematita, irregulares, de 0,6 x 0,2 mm y líticos anaranjados (2 – 11%), angulares a subredondeados, de 3,7 x 2,2 mm. Los líticos recristalizados (3 – 10%), angulares, de 5 x 3,5 mm, con fantasmas de plagioclasa; algunos presentan microlitos de plagioclasa, y fenocristales de plagioclasa (10 – 15%), hipidiomórfica, tabular, de 0,4 x 0,2 mm, con maclas de Karlsbad, maclas polisintéticas, zonación discontinua y zonación continua, y clinopiroxeno (2%), xenomórfico, de 0,2 x 0,1 mm; además de vesículas (8%), irregulares, de 0,2 x 0,2 mm. A su vez tienen bordes anaranjados y la plagioclasa alteración a epidota. Las lavas se subdividen en lavas cristalinas (2 – 6%), angulares, de hasta 5,6 x 3,6 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (3 – 5%) y fenocristales de plagioclasa (4 – 10%), hipidiomórfica, tabular, de 0,4 x 0,1 mm, con maclas simples, de Karlsbad, zonación continua y discontinua, y clinopiroxeno (2 – 4%), hipidiomórfico, granular uniforme, de 0,3 x 0,2 mm y en lavas pilotaxíticas (<1%), angulares, de 1,4 x 1,2 mm, con microlitos de feldespatos (5 – 10%), algunas con borde anaranjado.

Por último, los vitroclastos se dividen en escorias, pumíticos y fragmentos de vidrio. Las escorias son de tres tipos escoria hialina (<7%), café oscuro, angular, de 3 x 2,4 mm, con vesículas (25 – 40%), alargadas a redondeadas, de hasta 0,5 x 0,2 mm; escoria cristalina (12%), café oscuro, angular, con vesículas (50%), subredondeadas, de 0,6 x 0,5 mm y fenocristales de plagioclasa (15%), hipidiomórfica, tabular, de 0,1 x 0,1 mm, con zonación discontinua y *fiammes* de escoria (4 – 7%), café rojizo, de hasta 4,7 x 1,2 mm, con feldespatos muy arcillitizados (20%), xenomórficos, alargados, de 0,3 x 0,1 mm y vesículas (10%), alargadas, de 0,5 x 0,1 mm. Por otra parte, los pumíticos se reconocieron hialinos (3%), café claro, de hasta 8 x 2 mm; cristalinos (5 – 22%), fibrosos, café rojizo, de hasta 11 x 4 mm, con fenocristales de plagioclasa (3 – 10%), hipidiomórfica, tabular, de hasta 0,9 x 0,4 mm, con maclas de Karlsbad, zonación continua, discontinua y arcillitización; clinopiroxeno (<2%), hipidiomórfico, granular uniforme, de hasta 0,5 x 0,2 mm; ortopiroxeno (2%), hipidiomórfico, tabular, de 0,3 x 0,2 mm y opacos (1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,3 x 0,2 mm. Son típicos los glomeroporfiritos de plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno y opacos y pumíticos pilotaxíticos (7 – 9%), fibrosos, arcillitizados, de hasta 2,9 x 1,1 mm con microlitos de plagioclasa orientados (<1%). Los fragmentos de vidrio se agrupan en dos fragmentos de vidrio cristalinos (3%), café oscuro, angulares, de 2,2 x 1,4 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (7%) y fragmentos de vidrio hialinos (1%), rosados, redondeados, de 3,1 x 3,1 mm.

Toba Cuajiniquil

Corresponde con una toba blanca, amarilla por meteorización, con pómez blanca. Microscópicamente se clasifica como una toba vítrea, contiene clinoanfíbol, líticos no reconocibles, escoria hialina y pumíticos hialinos (Figura 3.18).

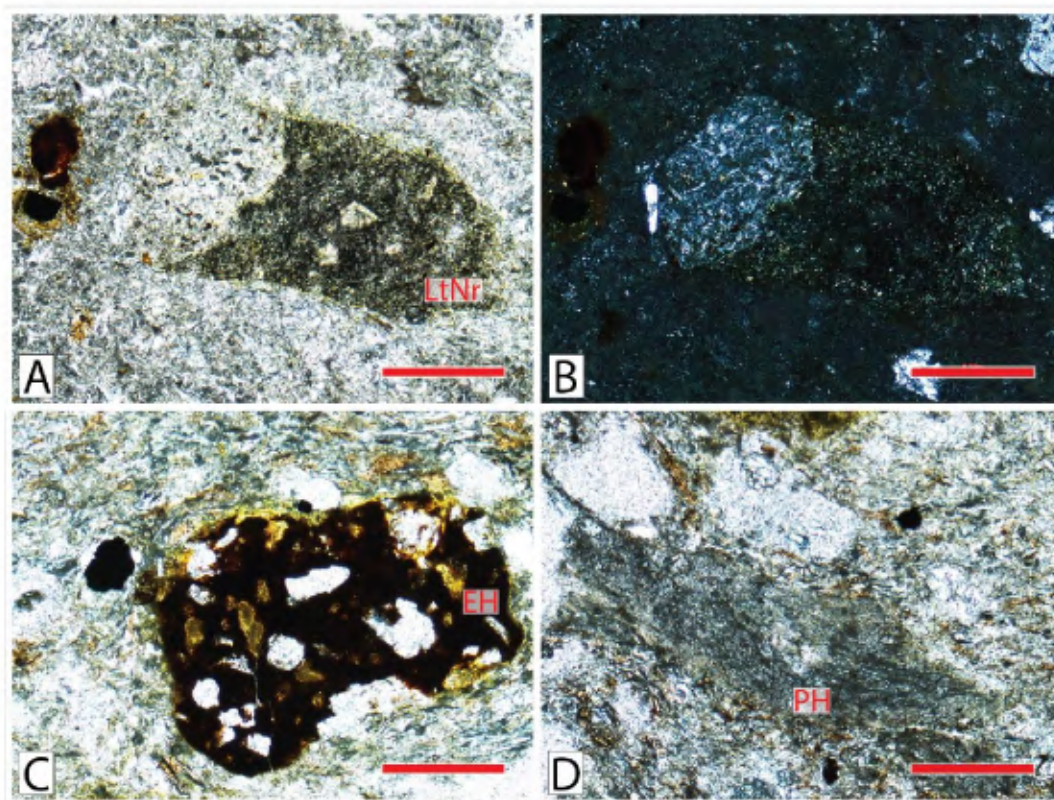


Figura 3.18 Toba Cuajiniquil A. y B. Lítico no reconocible. C. Escoria. D. Pumítico. LtNr = Lítico no reconocible, EH = Escoria hialina, PH = Pumítico hialino, A., C. y D. Nícoles paralelos, B. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.

Los componentes se dividen en: cristaloclastos (7%), litoclastos (2%) y vitroclastos (8%), en una textura vitroclástica, con matriz (79 – 91%), compuesta de vidrio gris claro (desvitrificada), trizas vítreas y vesículas (3 – 10%), alargadas a subredondeadas, de 2,3 x 0,9 mm. Otras texturas: eutaxítica y cribosa en plagioclasa.

Los cristaloclastos son de cuarzo corroído (<2%), xenomórfico, sin hábito reconocible, de 1 x 0,8 mm y plagioclasa (2 – 9%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,7 x 0,2 y 1,7 x 0,4 mm, zonación discontinua, maclas polisintéticas, de Karlsbad y están fracturadas en los bordes, y accesorios de clinoanfíbol, xenomórfico, tabular, de 0,6 x 0,4 mm, apatito, hipidiomórfico, tabular, de 0,2 x 0,03 mm y opacos, xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,6 x 0,4 mm. Además, de minerales secundarios como zeolitas (<1%), relleno de vesículas amorfas, de hasta 1,4 x 1,2 mm.

A su vez los litoclastos se componen de líticos no reconocibles (<2%), subredondeados a angulares, de hasta 1,3 x 0,8 mm.

Los vitroclastos son de dos tipos: escoria y pumíticos. Escoria hialina (<2%), angular, de 1,5 x 1,1 mm, con borde café y vesículas (12%), alargadas, de 0,3 x 0,1 mm. Los pumíticos se subdividen

en tres grupos: pumíticos hialinos (7%), alargados, de hasta 1,9 x 0,6 mm, fibrosos; pumíticos recristalizados (5%), alargados, de hasta 8 x 1 mm y pumíticos cristalinos (9%), amorfos, de hasta 9 x 4 mm, fibrosos, con fenocristales de plagioclasa (4%), xenomórfico, tabular, de 3 x 1,4 mm y clinopiroxeno (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,9 x 0,3 mm. Estos últimos presentan textura poiquilítica con plagioclasa y clinopiroxeno.

Litofacies Monte del Barco

Esta unidad es una toba gris claro que varía de una base rica en líticos a un techo rico en pómez. A nivel microscópico su clasificación tiende a ser dentro de las tobas vítreas; se diferencia de las demás unidades por presentar pumíticos hialinos y apatito (Figura 3.19).

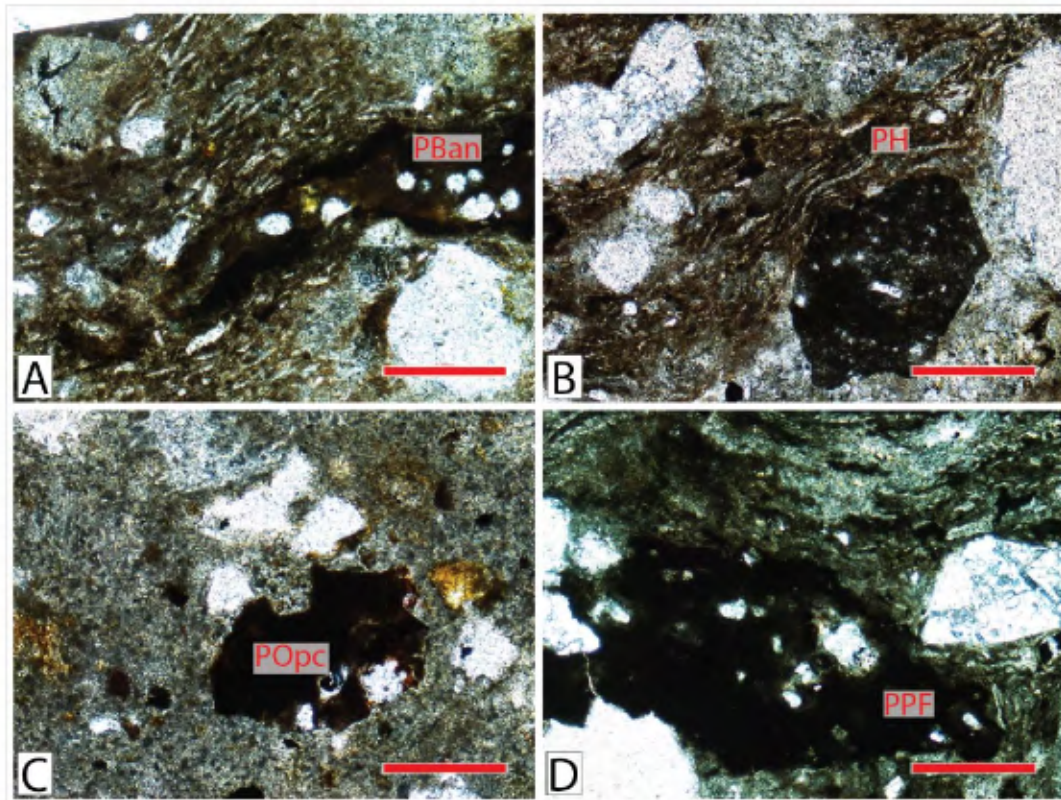


Figura 3.19 Toba Monte del Barco A., B., C. y D. Pumíticos. PBan = Pumítico bandeado, PH = Pumítico hialino, POpc = Pumítico opaco, PPF = Pumítico poco fibroso, A., B., C. y D. Nícoles paralelos. Escala gráfica = 0,5 mm.

Está compuesta por cristaloclastos (4%), litoclastos (7%) y vitroclastos (16%). Prevalece la textura vitroclástica, con matriz (57 – 83%) compuesta de vidrio gris a café claro (desvitrificada), trizas vítreas y vesículas (10%), amorfas, de hasta 3,3 x 1 mm. Otras texturas: axiolítica en trizas vítreas, eutaxítica, cribosa en plagioclasa y glomeroporfirítica con plagioclasa, clinopiroxeno y opacos.

Los cristaloclastos son de plagioclasa (4 – 5%), xenomórfica a hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,3 x 0,2 y 1,6 x 0,8 mm, zonación discontinua, maclas simples, polisintéticas y de Karlsbad y accesorios de clinopiroxeno, xenomórfico, tabular, de 0,5 x 0,3 mm; apatito, hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm y opacos, xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,4 x 0,3 mm.

Por otra parte, los litoclastos se agrupan en líticos recristalizados y lavas con microlitos. Líticos recristalizados (12%), redondeados, de hasta 6 x 4 mm, con bordes anaranjados y las lavas se subdividen en dos grupos: lavas con microlitos orientados (9%), redondeada, de hasta 4,1 x 3,9 mm, con microlitos de plagioclasa (18%) y vesículas (40%), amorfas, de hasta 1,1 x 0,7 mm, con bordes de zeolitas y lavas con microlitos no orientados (1%), angular, de hasta 0,9 x 0,4 mm, con microlitos de plagioclasa (8%).

Por último, los vitroclastos se dividen en escoria y pumíticos. Escoria hialina (3%), amorfa, de hasta 0,7 x 0,5 mm, con vesículas (40%), amorfas, de hasta 0,2 x 0,1 mm. Mientras, los pumíticos se subdividen en: pumíticos hialinos (2%), amorfos, de 3,3 x 0,4 mm, con borde café; pumíticos cristalinos (29%), alargados, de hasta 14 x 4 mm, fibrosos, con vesículas (38%), alargadas, de hasta 0,9 x 0,6 mm y fenocristales de plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, de 1,2 x 0,8 mm, con zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad y opacos (<1%), xenomórficos, granulares uniformes, de 0,2 x 0,2 mm, y pumíticos recristalizados (3 – 9%), alargados, de hasta 5,5 x 0,6 mm.

Toba Río Colorado

Es una toba gris violácea dividida en dos depósitos litológicamente similares. En microscopía se clasifica como una toba vítrea, se reconocen accesorios de clinopiroxeno y apatito y vitroclastos de pumíticos y escoria hialina (Figura 3.20).

Está comprendida por cristaloclastos (8%), litoclastos (8%) y vitroclastos (17%). Predomina la textura vitroclástica sobre la piroclástica, con matriz (46 – 87%) compuesta de vidrio incoloro a café oscuro, trizas vítreas y vesículas (2 – 13%), alargadas, de hasta 3,9 x 2,7 mm. Otras texturas: glomeroporfirítica con plagioclasa, clinopiroxeno y opacos, eutaxítica, cumulitos de plagioclasa, poiquilítica con opacos y vidrio incluidos en plagioclasa y clinopiroxeno y cribosa en plagioclasa.

Los cristaloclastos se componen de plagioclasa (2 – 12%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,5 x 0,3 y 2,3 x 1,4 mm, zonación discontinua, continua y maclas polisintéticas, simples y de Karlsbad, y clinopiroxeno (<2%), xenomórfico, tabular, de 1 x 0,6 mm. Los minerales accesorios son de opacos hipidiomórficos a xenomórficos, granular uniforme a tabulares, de 0,5 x 0,3 mm; apatito, hipidiomórfico, tabular, de 0,3 x 0,1 mm y ortopiroxeno hipidiomórfico, tabular, de 0,5 x 0,2 mm. Es típica la calcedonia (<1%), en agregados redondeados, de hasta 0,6 x 0,6 mm como mineral secundario.

Los litoclastos se dividen en líticos recristalizados, líticos no reconocibles, lavas pilotaxíticas y lavas cristalinas. Líticos no reconocibles (<10%), subredondeados, de hasta 1,8 x 1,1 mm. Líticos recristalizados (2 – 10%), angulares a subredondeados, de hasta 4,5 x 2,9 mm. Lavas con microlitos orientados (<5%), angulares, de hasta 1,8 x 1,6 mm, con microlitos de plagioclasa (5 – 20%). Lavas andesíticas cristalinas (<9%), subangulares a subredondeadas, de hasta 20 x 12 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (2 – 32%) y fenocristales de plagioclasa (5 – 40%), idiomórfica, tabular, de 0,8 x 0,6 mm, arcillitizada, maclas de Karlsbad y zonación discontinua y clinopiroxeno (1%), xenomórfico, tabular, de 0,6 x 0,2 mm, en glomeroporfiritos.

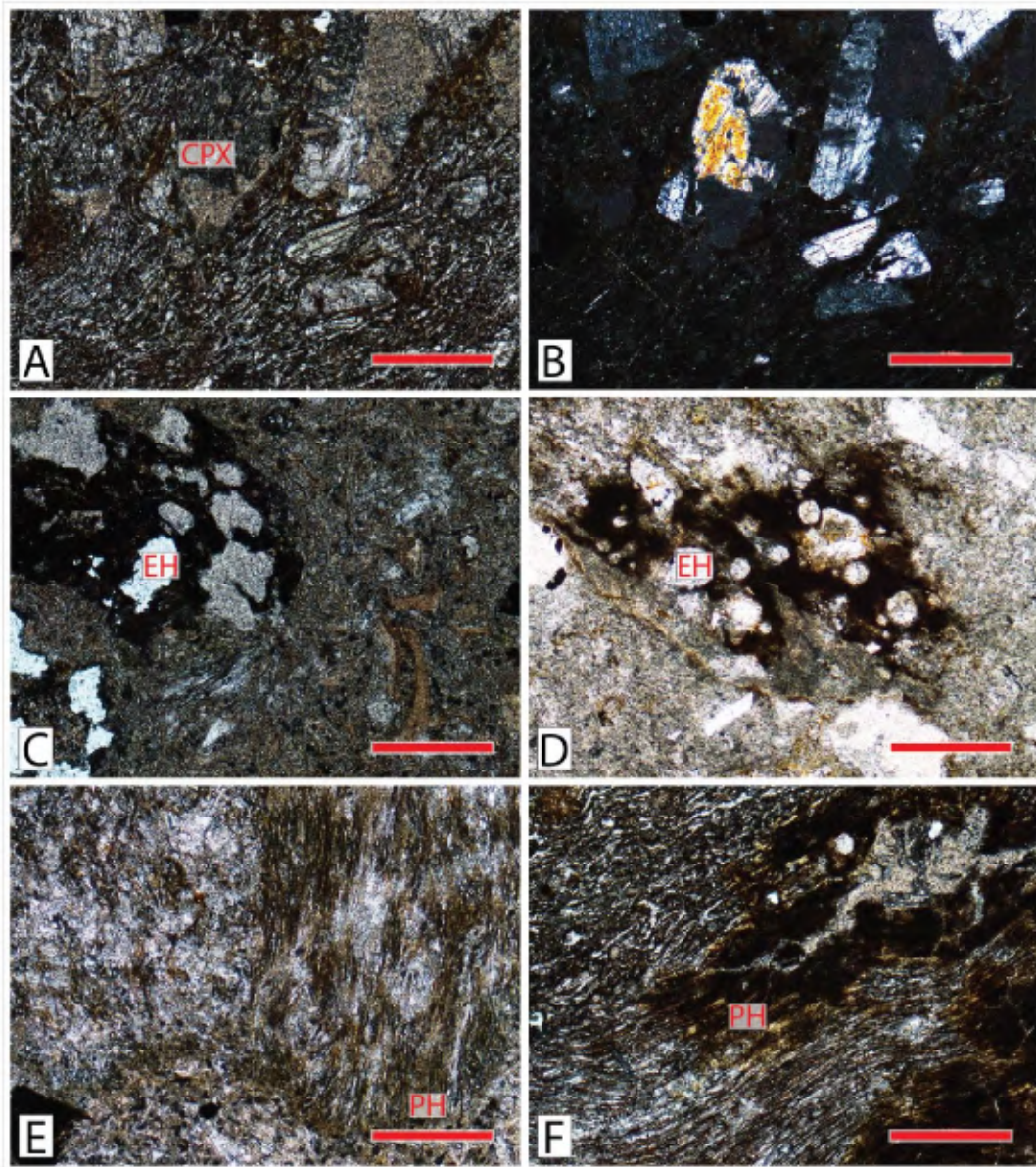


Figura 3.20 Toba Río Colorado A. y B. Cristaloclastos. C. y D. Escoria. E. y F. Pumíticos. CPX = Clinopiroxeno, EH = Escoria hialina, PH = Pumítico hialino, A., C., D., E. y F. Nícoles paralelos, B. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.

A su vez los vitroclastos se agrupan en escoria hialina, pumíticos hialinos, pumíticos cristalinos, fantasmas de *fiammes* y fragmentos de vidrio. Escoria hialina (<8%), subredondeada a angular, de hasta 3,4 x 3,1 mm, con vesículas (20 – 80%), alargadas, de hasta 1,2 x 0,8 mm. Pumíticos hialinos (<16%), subredondeados a alargados, de hasta 7,3 x 2,2 mm; pumíticos cristalinos (8 – 11%), alargados, de hasta 23 x 6 mm, con fenocristales de plagioclasa (4 – 15%), idiomórfica a hipidiomórfica, tabular, de 1,3 x 0,5 mm, con maclas de Karlsbad y zonación discontinua, clinopiroxeno (4%), xenomórfico, de 0,2 x 0,2 mm y opacos (2%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,3 x 0,2 mm y fantasmas de *fiammes* (9 – 10%), de 6,5 x 2,4 mm, con bordes anaranjados y posible arcillitización en los bordes internos. Fragmentos de vidrio hialinos (<1%), amorfos, de 1,7 x 1,6 mm.

Toba Cañas

En el presente estudio se lograron delimitar dos depósitos con diferentes afinidades petrográficas. El depósito principal y de mayor extensión se denomina depósito Inferior y la diferencia microscópica de esta unidad es la presencia clinoanfíbol, clinopiroxeno y pumíticos hialinos (Figura 3.21). Sobreyaciendo a este se ubica el depósito Superior cuyos componentes principales son cristaloclastos de apatito, lavas con microlitos, escoria hialina y pumíticos hialinos (Figura 3.22). Ambas subunidades sin una clasificación composicional definible.

Cañas Inferior

Esta litofacies comprende cristaloclastos (5%), litoclastos (13%) y vitroclastos (30%). Impera la textura vitroclástica, con matriz (46 – 67%) compuesta de vidrio gris claro a café claro, trizas vítreas y vesículas (3 – 7%), alargadas, de hasta 2,4 x 0,9 mm. Otras texturas: Cribosa en plagioclasa y glomeroporfirítica con plagioclasa y clinopiroxeno.

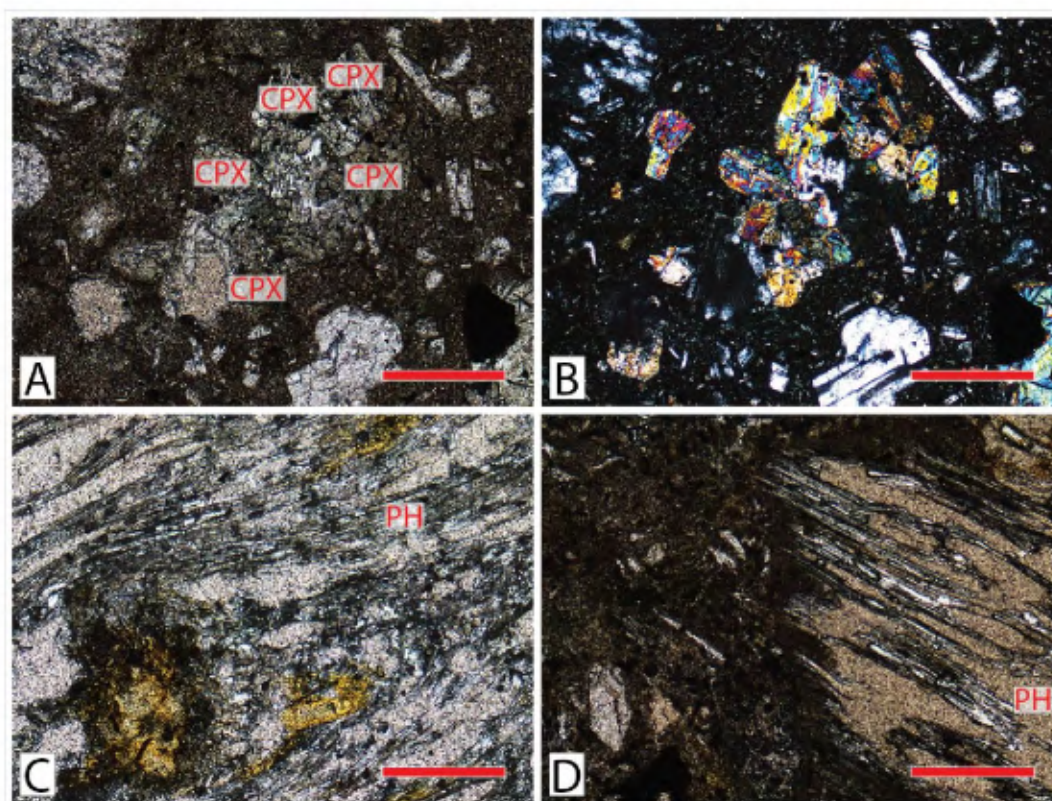


Figura 3.21 Cañas Inferior A. y B. Cristaloclastos. C. y D. Pumíticos. CPX = Clinopiroxeno, PH = Pumítico hialino, A., C. y D. Nícoles paralelos, B. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.

Los cristaloclastos principales son de plagioclasa (3 – 7%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,2 x 0,2 y 0,9 x 0,5 mm, zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad y clinopiroxeno (1%), xenomórfico, tabular, de 1,1 x 0,3 mm. Son típicos como accesorios los fenocristales de clinoanfíbol, hipidiomórfico, tabular, de hasta 1,2 x 0,3 mm, opacos, xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,4 x 0,3 mm y apatito, xenomórfico, tabular, de 0,2 x 0,1 mm y entre minerales secundarios se ubican zeolitas (<1%), en agregados radiales amorfos, de 1 x 0,7 mm.

Por otra parte, los litoclastos se dividen en: líticos no reconocibles, líticos recristalizados y lavas. Líticos no reconocibles (4 – 6%), subredondeados a subangulares, de hasta 1,5 x 1 mm. Líticos recristalizados (<8%), angulares, de hasta 2,8 x 1,7 mm. Lavas cristalinas (2 – 9%), subredondeadas a angulares, de hasta 4,3 x 3 mm, con microlitos de plagioclasa (15 – 20%) y fenocristales de plagioclasa (4 – 35%), idiomórfica, tabular, de 0,7 x 0,2 mm, con maclas polisintéticas, de Karlsbad y zonación continua, y clinopiroxeno (4%), xenomórfico, tabular, de 0,5 x 0,2 mm.

Por último, los vitroclastos se concentran en: escoria y pumíticos. Escoria hialina (<6%), subredondeada a alargada, de hasta 1,7 x 1,3 mm, con vesículas (20 – 75%), alargadas, de 0,5 x 0,4 mm y pumíticos hialinos (6 – 45%), alargados, de hasta 5,1 x 2 mm.

Cañas Superior

La litofacies rica en escoria en el microscopio se compone de cristaloclastos (6%), litoclastos (3%) y vitroclastos (14%), en una textura vitroclástica, con matriz (66 – 88%) compuesta de vidrio gris claro a café rojizo, trizas vítreas y vesículas (2 – 53%), alargadas, de hasta 4,7 x 2,7 mm, algunas con bordes irregulares. Otras texturas: Cribosa en plagioclasa, pilotaxítica, eutaxítica y glomeroporfírica con plagioclasa y opacos.

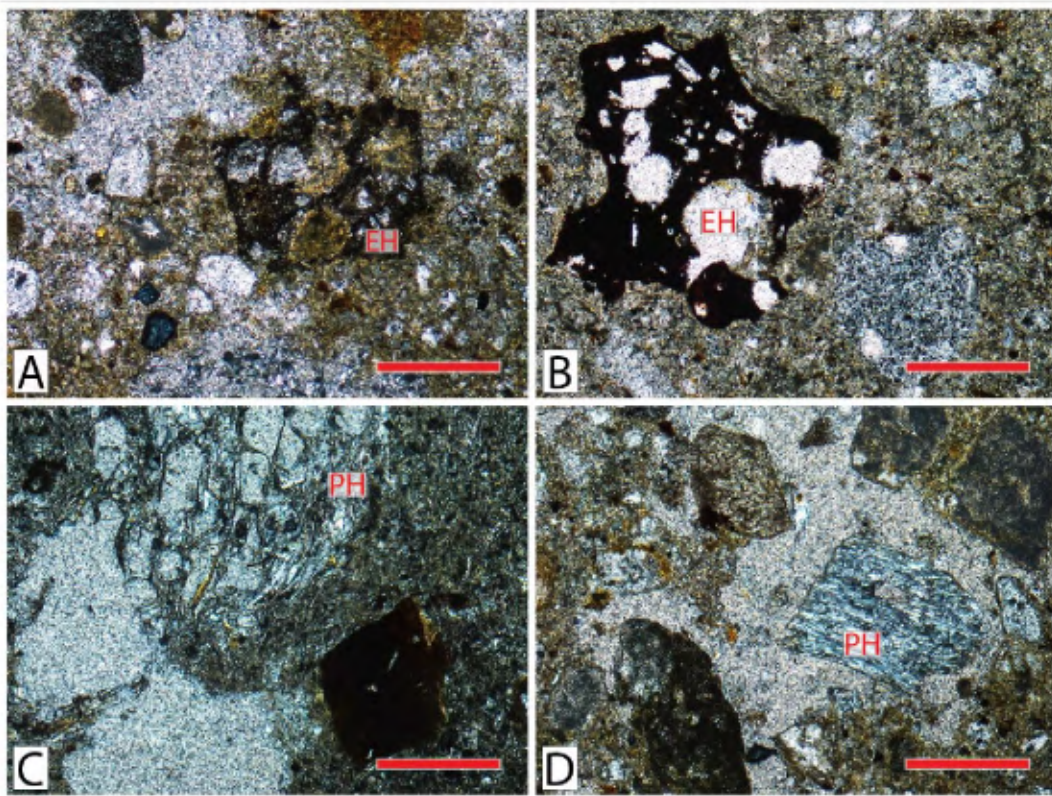


Figura 3.22 Cañas Superior A. y B. Escoria. C. y D. Pumíticos. EH = Escoria hialina, PH = Pumítico hialino, A., B., C. y D. Nícoles paralelos. Escala gráfica = 0,5 mm.

Los cristaloclastos son de plagioclasa (3 – 14%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,3 x 0,1 y 2 x 1,4 mm, maclas polisintéticas, de Karlsbad, zonación continua y zonación discontinua y fracturación en los bordes. Presenta accesorios de opacos, xenomórficos, tabulares, de 0,4 x 0,3 mm; apatito, hipidiomórfico, tabular, de 0,7 x 0,3 mm y clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 1,3 x 0,7 mm, este último principalmente en vesículas. Además, de

minerales secundarios como calcedonia (<1%), agregados en vesículas angulares a subredondeadas, de 0,6 x 0,4 mm.

Los litoclastos se dividen en: líticos no reconocibles, líticos recristalizados y lavas pilotaxíticas. Líticos no reconocibles (<3%), subredondeados a angulares, de hasta 1,2 x 1 mm. Líticos recristalizados (<3%), subangulares a angulares, de hasta 1,8 x 1,3 mm. Lavas con microlitos orientados (<2%), angulares, de hasta 1,5 x 1,5 mm, con microlitos de plagioclasa (5 – 25%).

Los vitroclastos se agrupan en: escoria, pumíticos y fragmentos de vidrio. Escoria hialina (<5%), angular, de hasta 2,9 x 2,3 mm, con vesículas (20 – 60%), alargadas, de hasta 1 x 0,9 mm. Pumíticos subdivididos en pumíticos cristalinos (8%), angulares, de hasta 4,3 x 1,5 mm, con fenocristales de plagioclasa (10%), hipidiomórfica, tabular, de 1,4 x 0,7 mm, con maclas de Karlsbad y zonación discontinua y pumíticos hialinos (<21%), alargados, de hasta 5,1 x 1,5 mm. Fragmentos de vidrio hialinos (<1%), angulares, de hasta 1,1 x 1 mm.

Toba Montenegro

La Toba Montenegro es una toba gris claro cuyo principal componente son *fiammes* de escoria. Bajo el microscopio se clasifica como una toba vítrea; son distintivos en esta unidad los cristaloclastos de clinopiroxeno y apatito, litoclastos de líticos no reconocibles y vitroclastos de pumíticos hialinos (Figura 3.23).

Conformada por cristaloclastos (6%), litoclastos (3%) y vitroclastos (22%). Predomina la textura vitroclástica, con matriz (51 – 82%) compuesta de vidrio gris claro a café, trizas vítreas y vesículas (3 – 15%), alargadas, de hasta 2,7 x 0,3 mm. Otras texturas: cumulitos de plagioclasa, eutaxítica, axiolítica en trizas vítreas, cribosa en plagioclasa, poiquilítica con opacos sobre plagioclasa, glomeroporfiritos de plagioclasa, clinopiroxeno y opacos y pilotaxítica.

El cristaloclasto principal es plagioclasa (<13%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,4 x 0,1 y 2,6 x 2,2 mm, zonación discontinua, continua y maclas de Karlsbad y polisintéticas. Es típico observar bordes anaranjados y fragmentados. Los minerales accesorios son de clinopiroxeno xenomórfico, tabular, de 1 x 0,6 mm; apatito, hipidiomórfico, tabular, de 0,5 x 0,3 mm y opacos xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,6 x 0,4 mm. Los minerales secundarios son de zeolitas (<1%), en agregados angulares, de hasta 0,7 x 0,5 mm y calcedonia o tridimita (<1%), en agregados angulares, de hasta 2,5 x 1,7 mm.

Los litoclastos se agrupan en líticos no reconocibles, lavas pilotaxíticas y lavas cristalinas. Líticos no reconocibles (<3%), subangulares a angulares, de hasta 1,4 x 0,9 mm. Lavas con microlitos orientados (<5%), angulares, de hasta 3,7 x 2,6 mm, con microlitos de plagioclasa (6 – 30%). Lavas cristalinas (7%), alargadas, de hasta 4,2 x 2,5 mm, con microlitos de plagioclasa no orientados (5%) y fenocristales de plagioclasa (15%), hipidiomórfica, tabular, de 0,9 x 0,3 mm, con zonación continua y discontinua y clinopiroxeno (<5%), xenomórfico, sin hábito reconocible, de 0,4 x 0,3 mm. Además, tienen manchas anaranjado fuerte por oxidación.

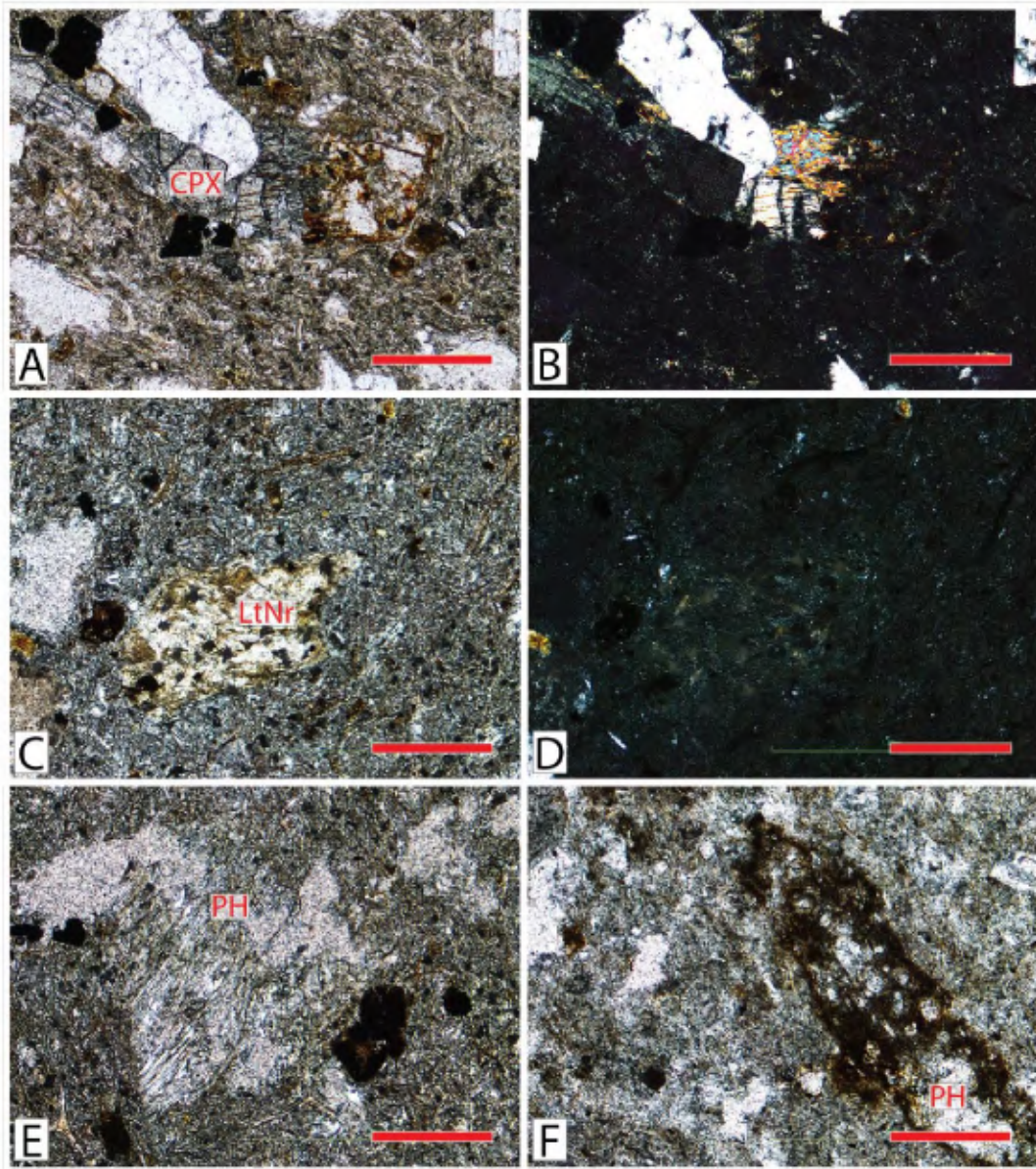


Figura 3.23 Toba Montenegro A. y B. Cristaloclastos. C. y D. Lítico. E. y F. Pumítico. CPX = Clinopiroxeno, LtNr = Lítico no reconocible, PH = Pumítico hialino, A., C., E. y F. Nícoles paralelos, B. y D. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.

Por último, los vitroclastos se dividen en escoria hialina, escoria con microlitos no orientados, escoria cristalina, pumíticos hialinos, pumíticos cristalinos, pumíticos pilotaxíticos y fragmentos de vidrio. Escoria hialina (<7%), alargados a subredondeados, de hasta 2,7 x 0,8 mm, con borde café y vesículas (30 – 78%), redondeadas, de hasta 0,6 x 0,2 mm. Escoria con microlitos no orientados (2 – 4%), amorfa, de hasta 2,8 x 2,3 mm, con microlitos de plagioclasa (2 – 15%) y vesículas (25 – 75%), amorfas, de hasta 0,3 x 0,3 mm. Escoria cristalina (35%), amorfa de hasta 19 x 15 mm, con fenocristales de plagioclasa (8%), arcillitizada, hipidiomórfica, tabular, de 0,9 x 0,6 mm, con zonación discontinua, con maclas a 90°, clinopiroxeno (6%), hipidiomórfico, hábito, de 1,3 x 0,8 mm, opacos (3%), hipidiomórfica, granulares uniformes, de 0,3 x 0,2 mm y vesículas (45%), subredondeadas, de hasta 0,8 x 0,7 mm. Pumíticos hialinos (<10%), alargados a redondeados, de hasta 4,8 x 3,9 mm, algunas con bordes cafés. Pumíticos con microlitos orientados (<1%), alargados,

de hasta 1,5 x 0,8 mm, con borde café y microlitos de plagioclasa (6%). Pumíticos cristalinos (14 – 43%), alargados, de hasta 21 x 3 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (3%) y fenocristales de plagioclasa (2 – 5%), hipidiomórfica, tabular, de 0,5 x 0,3 mm, con maclas de Karlsbad, polisintéticas y zonación continua; opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,22 x 0,1 mm y clinopiroxeno (5%), hipidiomórfico, tabular, de 0,4 x 0,3 mm. Fragmentos de vidrio hialinos (<5%), alargados, de hasta 4,8 x 3 mm.

Formación Alcántaro

Toba Alcántaro

Es una toba gris con tonos amarillentos y cafés con un gran aporte de fragmentos líticos como pómez, escoria y líticos no reconocibles. En sección delgada no muestra ninguna tendencia en su clasificación y se reconocen cristaloclastos de clinopiroxeno y ortopiroxeno, litoclastos de líticos no reconocibles y lavas con microlitos y vitroclastos de pumíticos hialinos (Figura 3.24).

Los valores promedio de los componentes son: cristaloclastos (16%), litoclastos (9%) y vitroclastos (20%). Predomina la textura vitroclástica, con matriz (53 – 59%) compuesta de vidrio café claro (taquilítico - desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (17%), irregulares, de hasta 5,8 x 4,7 mm. La textura axiolítica es típica en esta unidad.

Los cristaloclastos presentes son de plagioclasa (9 – 12%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,3 x 0,1 y 1,8 x 0,6 mm, con zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad; ortopiroxeno (<2%), hipidiomórfico, tabular, de 1,2 x 0,3 mm; clinopiroxeno (<2%), xenomórfico, tabular, de 1,6 x 0,9 mm y opacos (<3%), xenomórficos, granulares uniformes, de 0,3 x 0,3 mm. Además, de minerales accesorios de apatito, hipidiomórfico tabular, de 0,1 x 0,1 mm.

Los litoclastos se dividen en dos grupos: líticos no reconocibles (4 – 6%), anaranjados, angulares, de 7 x 5 mm y lavas con microlitos no orientados (3%), angulares, de 2,3 x 1,9 mm.

Por último, los vitroclastos se dividen en tres grupos, el primero son pumíticos hialinos (6 – 23%), alargados, de hasta 4,3 x 1,1 mm. El segundo grupo lo componen escorias hialinas (1%), irregulares, de hasta 0,6 x 0,5 mm y el último grupo es de escorias cristalinas (9%), amorfas, de 4 x 2,8 mm, con vesículas (80%), subredondeadas, de hasta 1,2 x 0,8 mm y fenocristales de plagioclasa (3%), hipidiomórfica, tabular, de hasta 0,9 x 0,4 mm, con maclas polisintéticas y clinopiroxeno (2%), xenomórfico, tabular, de hasta 0,3 x 0,2 mm.

Es típico de esta unidad observar en las plagioclasas manchas anaranjadas producto de la oxidación.

Petrografía de rocas lávicas

Estas lavas han sido descritas como eventos de composición basalto-andesítica, andesítica y dacítico, de edad cercana a los 3,8 Ma (Chiesa *et al.*, 1994; Gillot *et al.*, 1994). Desde el punto de vista composicional estas rocas contienen fenocristales de plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno, apatito y opacos y son diferenciables por el porcentaje y tipo de microlitos en la matriz. A su vez presentan variaciones de fábrica entre masiva, lajeada y vesicular.

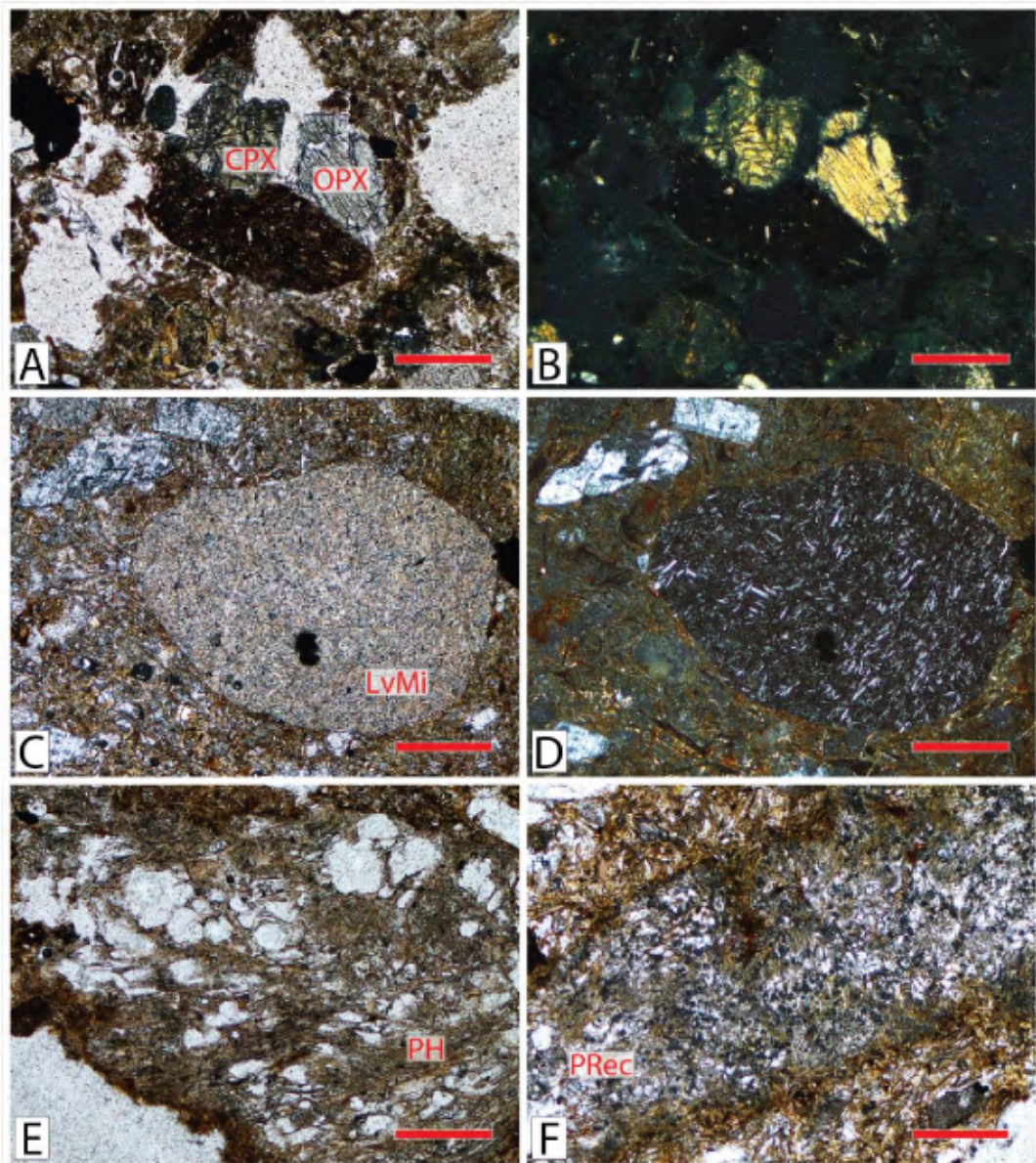


Figura 3.24 Toba Alcántaro A. y B. Cristaloclastos. C. y D. Lava. E. y F. Pumíticos. CPX = Clinopiroxeno, OPX = Ortopiroxeno, LvMi = Lava con microlitos, PH = Pumítico hialino, PRec = Pumítico recristalizado, A., C., E. y F. Nícoles paralelos, B. y D. Nícoles cruzados. Escala gráfica = 0,5 mm.

Rasgos distintivos de las Lavas Pelón de la Bajura

Estas lavas presentan tres unidades, sus características distintivas se enumeran a continuación (figuras 3.25 y 3.26).

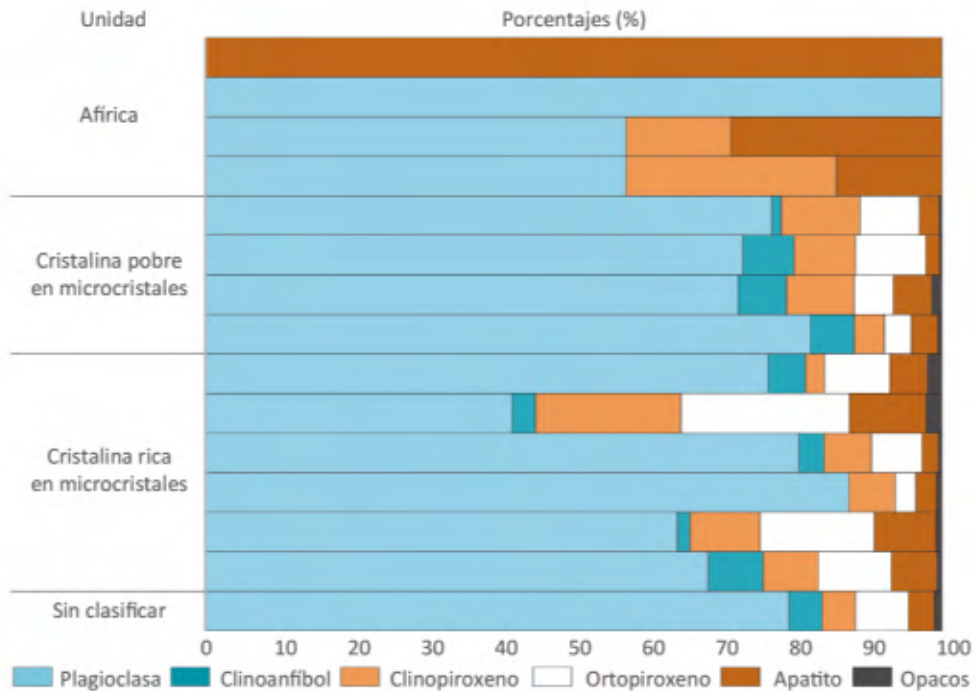


Figura 3.25 Variación en el contenido de fenocristales.

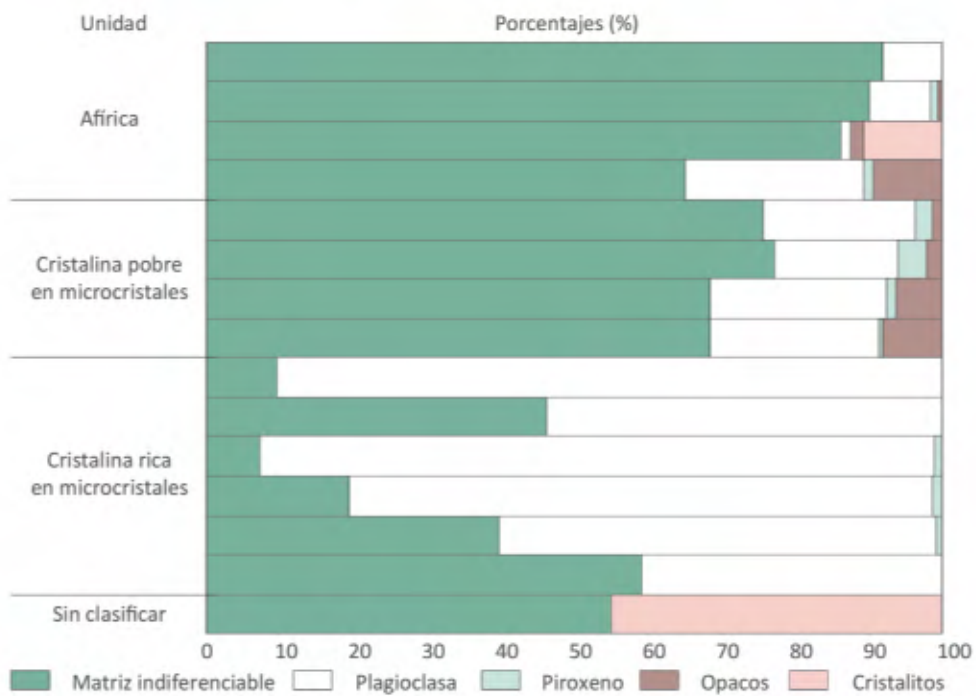


Figura 3.26 Variación en el contenido de cristales en la matriz normalizado a 100.

Unidad África

Esta unidad está compuesta por lavas africanas, algunas veces vesiculares y con fenocristales de plagioclasa como accesorio. Además, de vetas silíceas y de calcita. En microscopía es una lava hialina de composición andesítica con fenocristales escasos de plagioclasa, clinopiroxeno y opacos,

en una matriz con microlitos (<10% de la matriz) de plagioclasa, piroxeno y opacos. Otra textura es la presencia de microlitos orientados.

Petrografía

Al microscopio presenta textura hialina equigranular. Otras texturas son: pilotaxítica, glomeroporfirítica con plagioclasa, clinopiroxeno y opacos, cribosa en plagioclasa y cumulitos de plagioclasa. Los fenocristales son de plagioclasa (<2%), hipidiomórfica, tabular, de 1 x 0,5 mm, zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad y minerales accesorios como clinopiroxeno, xenomórfico, tabular, de 0,5 x 0,4 mm, solo en glomeroporfiritos; opacos, hipidiomórficos a xenomórficos, de 0,5 x 0,3 mm y apatito, hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.

Por otra parte, la matriz microlítica (97 – 99%), contiene vidrio gris claro a café oscuro, microlitos de plagioclasa (8 – 24%), idiomórfica, tabular; piroxeno (<1%), hipidiomórfico, tabular y opacos (<2%), xenomórficos, sin hábito reconocible y vesículas (14 – 32%), alargadas, de hasta 3,8 x 3,2 mm. Algunas alteraciones reconocidas son de arcillitización en plagioclasa, sericita y agregados de cuarzo microcristalinos a criptocristalinos en los bordes de las vesículas (Figura 2.27A y B).

Unidad Cristalina pobre en microcristales

Corresponde con lavas andesíticas de textura afanítica porfirítica poco vesiculares (<30%) y fenocristales de plagioclasa y piroxeno, de hasta 8 mm. Son comunes las pátinas en tonos verdosos, anaranjados y amarillentos. Petrográficamente presenta textura hipocristalina porfirítica con fenocristales de plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno, apatito y opacos en una matriz con microlitos (<30% de la matriz) de plagioclasa, piroxeno y opacos. Otras texturas típicas de esta unidad son glomeroporfirítica y cribosa.

Petrografía

Petrográficamente se reconoce la textura hipocristalina porfirítica seriada xenomórfica. Otras texturas son textura en corona con ortopiroxeno rodeado de clinopiroxeno; poiquilítica con inclusiones de clinopiroxeno en plagioclasa; microlítica; cribosa en plagioclasa y glomeroporfirítica en plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno y opacos. Los fenocristales varían entre plagioclasa (11 – 31%), hipidiomórfica tabular, con dos generaciones de 1,2 x 0,7 y 6,6 x 2,2 mm, zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad (Figura 2.27C y D); clinoanfíbol (<3%; hornblenda verde), xenomórfico, tabular, de 0,8 x 0,6 mm; clinopiroxeno (<4%), hipidiomórfico a xenomórfico, tabular, de 2,7 x 1,5 mm y ortopiroxeno (<4%), xenomórfico, tabular, de 2,2 x 0,9 mm. Además, minerales accesorios: apatito, hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm y opacos, xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,8 x 0,3 mm.

La matriz microlítica (58 – 85%), está compuesta de vidrio incoloro a café oscuro, microlitos de plagioclasa (21 – 27%), hipidiomórfica, tabular, de 0,3 x 0,03 mm; piroxeno (<5%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,05 mm; opacos (<7%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,08 x 0,05 mm y vesículas (<15%), alargadas, de hasta 11 x 4 mm. Las alteraciones presentes son seritización en plagioclasa y arcillitización en plagioclasa, clinopiroxeno y ortopiroxeno.

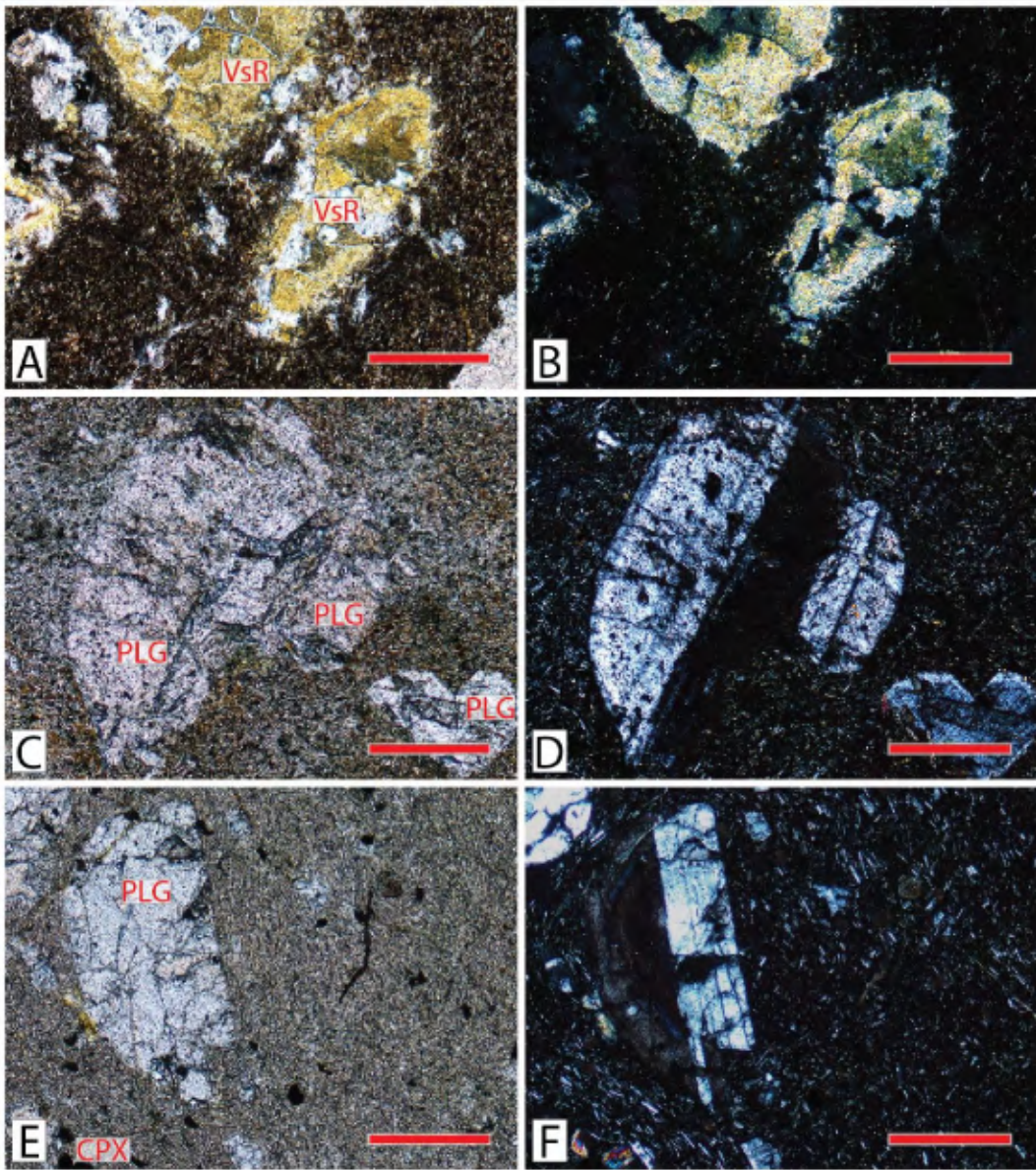


Figura 3.27 Lavas Pelón de la Bajura. A. y B. Vesículas C., D., E. y F. Fenocristales. PLG = Plagioclasa, CPX = Clinopiroxeno, VsR = Vesícula rellena con agregados de cuarzo microcristalinos y criptocristalinos. Barra roja = 0,5 mm.

Unidad Cristalina rica en microcristales

Dentro de esta unidad se encuentran lavas andesíticas de textura afanítica porfírica vesicular con fenocristales de plagioclasa y piroxeno. Al mismo tiempo, se reconocen glomeroporfiritos de plagioclasa y piroxeno, zeolitas en vesículas, arcillitización de plagioclasa y pátinas anaranjadas. Al microscopio se identifica como una lava andesítica con textura hipocristalina porfírica, con fenocristales de plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno, apatito y opacos, en una matriz con microlitos (<80% de la matriz) de plagioclasa y muy poco piroxeno.

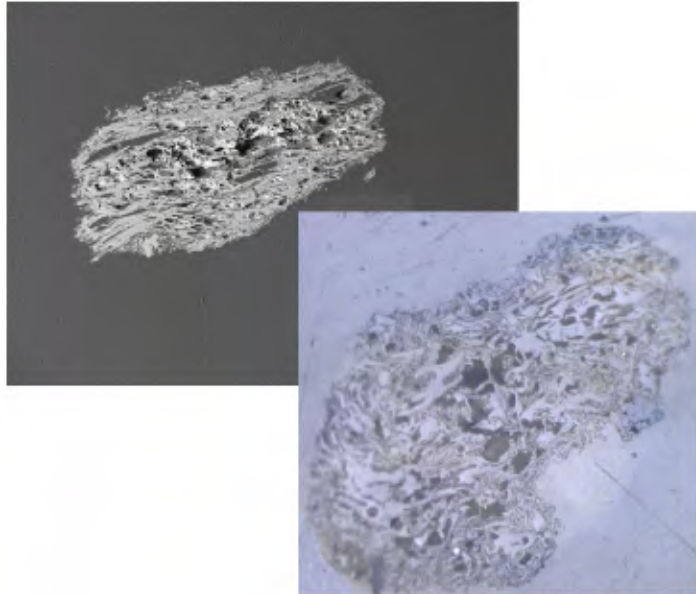
Petrografía

Microscópicamente esta unidad tiene textura hipocristalina porfírica seriada xenomórfica. Otras texturas presentes son: microlítica orientada, fenocristales también alineados; cribosa en

plagioclasa, clinopiroxeno y ortopiroxeno y glomeroporfirítica en plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno y opacos. Los fenocristales son de plagioclasa (4 – 25%), xenomórfica a hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,4 x 0,1 y 3,5 x 0,6 mm (Figura 2.27E y F); clinoanfíbol (<1%; hornblenda verde), xenomórfico, tabular, de 1 x 0,4 mm; clinopiroxeno (<3%), xenomórfico, tabular, de 2,1 x 0,1 mm, algunas veces con maclas simples y ortopiroxeno (<4%), xenomórfico, tabular, de 1,8 x 0,7 mm y minerales accesorios de apatito, xenomórfico, tabular, de 0,2 x 0,1 mm y opacos, xenomórficos, granulares uniformes, de 0,4 x 0,3 mm.

La matriz microlítica (72 – 84%), está conformada por vidrio incoloro a café, microlitos de plagioclasa (34 – 76%), hipidiomórfica, tabular, 0,2 x 0,03 mm, con maclas de Karlsbad y clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm y vesículas (2 – 25%), alargadas, de hasta 4,1 x 1,5 mm. Las alteraciones son de sericita en plagioclasa, microlitos y vetas, arcillitización en plagioclasa, clinopiroxeno y ortopiroxeno y vesículas con bordes de agregados de cuarzo microcristalino a criptocristalino.

Capítulo IV. Geoquímica



Capítulo IV. Geoquímica

Introducción

La geoquímica es la ciencia que emplea principios químicos para explicar los mecanismos de regulación de grandes sistemas geológicos – estructuras geotectónicas como el manto, la corteza, los océanos y la atmósfera (Albarede, 2009). Los datos geoquímicos se agrupan en cuatro categorías: elementos mayores, elementos traza, isótopos radiogénicos e isótopos estables (Rollinson, 1993). Para el presente capítulo se analizaron cuarenta y cuatro datos nuevos de elementos mayores distribuidos en cuatro diferentes unidades dentro de las rocas piroclásticas de la Formación Bagaces. Los datos geoquímicos se adjuntan en el Apéndice 4. Las rocas piroclásticas son descritas desde el punto de vista geoquímico a partir de diagramas para rocas extrusivas como los propuestos por: Irvine & Baragar (1971), Peccerillo & Taylor (1976), Jensen (1976) y Le Bas *et al.* (1986), modificado por Le Maitre *et al.*, (2002; Figura 4.1).

Irvine & Baragar (1971), proponen el diagrama AFM para la discriminación de magmas toleíticos y calcoalcalinos, a partir de que: Un magma toleítico es enriquecido en hierro y empobrecido en sodio y potasio; mientras que un magma calcoalcalino es empobrecido en hierro.

Jensen (1976) confecciona un gráfico de discriminación de las series magmáticas subalcalinas y composición a partir de cationes. Este diagrama al no

emplear cationes de potasio, sodio, calcio y silicio se emplea principalmente para la división de rocas de composición ultramáfica y máfica. Sin embargo, el autor no descarta su aplicación en rocas de composición intermedia y ácida.

La clasificación de Peccerillo & Taylor (1976), fue basada en la propuesta por Taylor (1969). Su uso se estima para la subdivisión de rocas calcoalcalinas por su variabilidad en el contenido de K_2O (Dickinson & Hatherton, 1967).

El diagrama de clasificación de Le Bas *et al.* (1986), modificado por Le Maitre *et al.* (2002) es ampliamente utilizado para la identificación de la composición de rocas volcánicas. Le Maitre *et al.* (2002) define roca volcánica como: rocas generadas por procesos ígneos en superficie o muy cercanos a esta.

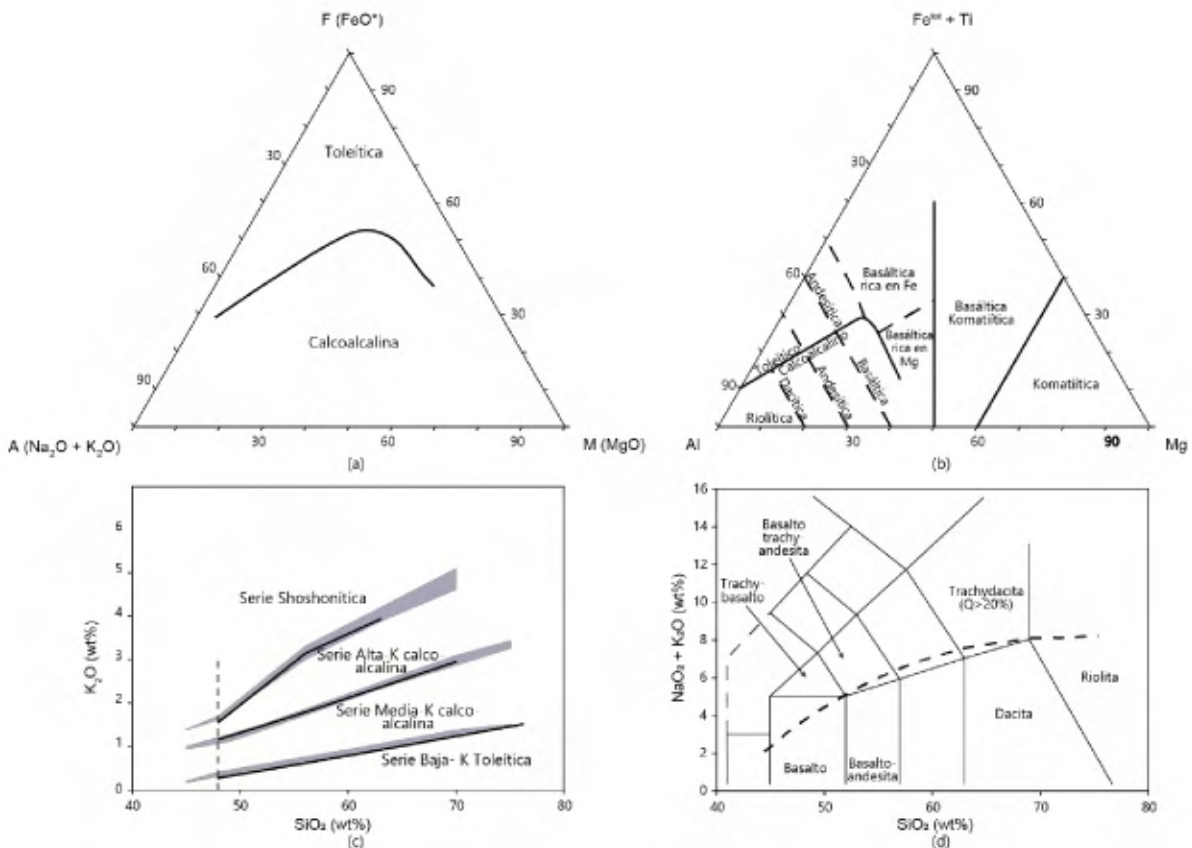


Figura 4.1 Diagramas de variación a. Diagrama de Irvine & Baragar (1971) b. Jensen (1976) c. Peccerillo & Taylor (1976) d. Le Bas *et al.* (1986) modificado por Le Maitre *et al.*, (2002)

Metodología

El desarrollo metodológico de este capítulo se compuso de cuatro fases descritas a continuación.

- ↪ Petrografía: Se llevó a cabo la revisión de las secciones delgadas empleadas en los capítulos anteriores para la identificación de clastos de pómez con ausencia de meteorización y desvitrificación.
- ↪ Separación de muestras: Se separaron los clastos de pómez a partir del uso de un mortero de porcelana.

- ↖ Elaboración de monturas: Para la realización de los análisis químicos en una microsonda se procedió al acomodo de los clastos de pómez sobre una base creada a partir de una resina. Seguidamente las monturas se pulieron con el fin de obtener superficies planas para los análisis correspondientes.
- ↖ Análisis químicos: se realizaron con una microsonda Cameca SX100, del Museo de Historia Natural de Nueva York.

Un análisis de roca total en una roca piroclástica a diferencia del resto de rocas ígneas (lavas e intrusivos) se considera poco viable, a menos de que se realice por medios microscópicos. Por el hecho, de que la naturaleza de emplazamiento de una roca piroclástica puede conllevar la asimilación de rocas en el sustrato. De ahí que con la realización de un análisis de roca total similar a los obtenidos en otras rocas ígneas se obtendrían valores promedios entre el magma generador de la explosión piroclástica y el magma que dio origen a la roca del sustrato.

Al presentarse esta problemática, en las rocas piroclásticas es común que los análisis químicos se lleven a cabo en vidrio. Este vidrio al considerarse juvenil, proviene directamente del proceso de enfriamiento del magma una vez es extruido en superficie. Dentro del vidrio se agrupan las trizas vítreas y los vitroclastos. En la presente investigación se considera la definición de triza vítrea empleada por Fisher & Schmincke (1984): “partículas generadas por fragmentación explosiva de magma o lava y el desgaste de clastos vítreos durante el transporte”.

Las trizas vítreas son divididas en tres tipos diferentes según su proceso de formación (Fisher & Schmincke, 1984):

- ↖ Cuspadas: Fragmentos de uniones entre vesículas. Presentan formas en X y Y.
- ↖ Aplanados: Fragmentos largos producto de la desintegración de vesículas alargadas.
- ↖ Trizas de pómez: Fragmentos de vidrio microvesicular o micropómez producto de la desintegración de pómez por la turbidez del emplazamiento.

Por otra parte, los vitroclastos agrupan clastos de pómez, escoria y vitroclastos no identificables. Al ser los clastos de pómez reconocidos en todas las unidades dentro de la Formación Bagaces, ser considerados juveniles y ser menos susceptibles a desvitrificación que una triza vítrea, se realizaron los análisis químicos en estos.

Resultados

Análisis de Microsonda electrónica (EMPA)

Las muestras sometidas a análisis químicos fueron 12ME17,53, 19ME146, M60, 6CN87,45 y 19ME102,3. Los análisis químicos se obtuvieron bajo las siguientes condiciones analíticas: Diferencia de potencial de 15 kV; diámetro de rayo de 10 μm ; a una temperatura de 250 °C; y una corriente eléctrica de 5 nA para Aluminio, Titanio, Calcio, Sodio, Potasio, Silicio, Hierro, Cloro, Magnesio, Manganeso, Bario y Fósforo, y de 40 nA para Azufre.

Previo a la utilización de los análisis químicos para la generación de diferentes diagramas de variación, se verificó la calidad de los datos a partir de los límites de detección para cada óxido medido. A continuación se resumen los valores máximo y mínimo de las mediciones por cada unidad (Cuadro 4.1).

La Toba Potrerillos se caracteriza por la siguiente variación en los porcentajes según los elementos mayores analizados: SiO₂: 69,35 – 67,03; TiO₂: 0,73 – 0,35; Al₂O₃: 14,72 – 13,07; FeO*: 2,79 – 2,09; MgO: 0,63 – 0,27; CaO: 1,37 – 0,60; Na₂O: 3,86 – 2,51; K₂O: 6,53 – 4,65; y P₂O₅: 0,25 – 0,12.

Por otro lado, la Toba Pan de Azúcar presenta las siguientes variaciones en sus elementos mayores: SiO₂: 67,87 – 66,4; TiO₂: 0,74 – 0,51; Al₂O₃: 13,82 – 13,37; FeO*: 2,75 – 2,48; MgO: 0,69 – 0,62; CaO: 2,01 – 1,93; Na₂O: 4,35 – 3,72; K₂O: 4,08 – 3,5; y P₂O₅: 0,17 – 0,14.

En el caso de la Toba Río Colorado los elementos mayores varían: SiO₂: 71 – 70,78; TiO₂: sin mediciones confiables; Al₂O₃: 13,15 – 12,9; FeO*: 1,18 – 1,1; MgO: 0,41 – 0,3; CaO: 1,23 – 1,16; Na₂O: 4,07 – 3,59; K₂O: 3,49 – 3,38; y P₂O₅: Sin mediciones confiables.

Por último, en la Toba Cañas las mediciones varían: SiO₂: 73,7 – 75,09; TiO₂: 0,32 (sólo se obtuvo una medición confiable); Al₂O₃: 11,70 – 11,18; FeO*: 0,83 – 0,45; MgO: Sin mediciones confiables, CaO: 0,85 – 0,69; Na₂O: 3,77 – 2,76; K₂O: 4,38 – 3,48; y P₂O₅: Sin mediciones confiables.

Cuadro 4. 1 Porcentajes mínimos y máximos en elementos mayores

Toba / Óxido	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO ¹	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
Potrerillos	69,35 -	0,73 -	14,72 -	2,79 -	0,63 -	1,37 -	3,86 -	6,53 -	0,25 -
	67,03	0,35	13,07	2,09	0,27	0,60	2,51	4,65	0,12
Pan de Azúcar	67,87 -	0,74 -	13,82 -	2,75 -	0,69 -	2,01 -	4,35 -	4,08 -	0,17 -
	66,4	0,51	13,37	2,48	0,62	1,93	3,72	3,5	0,14
Río Colorado	71 -	-	13,15 -	1,18 -	0,41 -	1,23 -	4,07 -	3,49 -	-
	70,78	-	12,9	1,1	0,3	1,16	3,59	3,38	-
Cañas	73,7 -	0,32 ²	11,70 -	0,83 -	-	0,85 -	3,77 -	4,38 -	-
	75,09		11,18	0,45		0,69	2,76	3,48	

¹Hierro total. ²Sólo se obtuvo una medición confiable.

Geoquímica de elementos mayores

Según los diagramas de Irvine & Baragar (1971) y Jensen (1976), se reconoce a las unidades estudiadas dentro de la serie Calcoalcalina (Figura 4.2), sin embargo, el diagrama de Peccerillo & Taylor (1976) muestra una variación entre las unidades analizadas a una serie Shoshonítica para la Toba Potrerillos y una serie Calcoalcalina alta en potasio para las tobas Pan de Azúcar, Río Colorado y Cañas (Figura 4.3a).

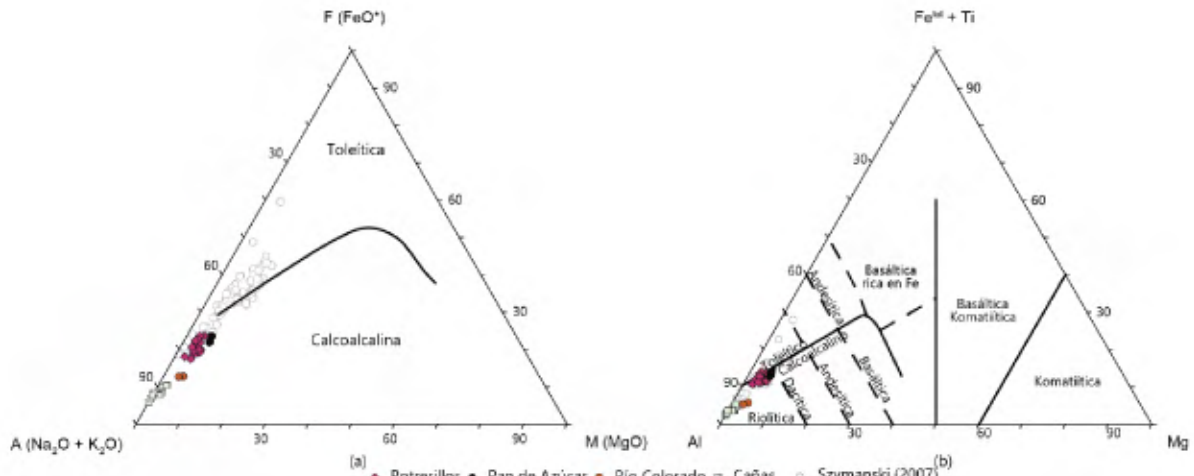


Figura 4.2 Diagramas de discriminación de series y composición a. Diagrama de Irvine & Baragar (1971) b. Diagrama de Jensen (1976)

Por otra parte, a partir del diagrama de Le Bas *et al.* (1986), modificado por Le Maitre *et al.* (2002) los clastos de pómez analizados indican que las unidades cercanas a la base de la Formación Bagaces (tobas Potrerillos y Pan de Azúcar) corresponden con una composición traquidacítica, mientras las unidades superiores de la Formación Bagaces (tobas Río Colorado y Cañas) se ubican en el campo de composición riolítica (Figura 4.3b).

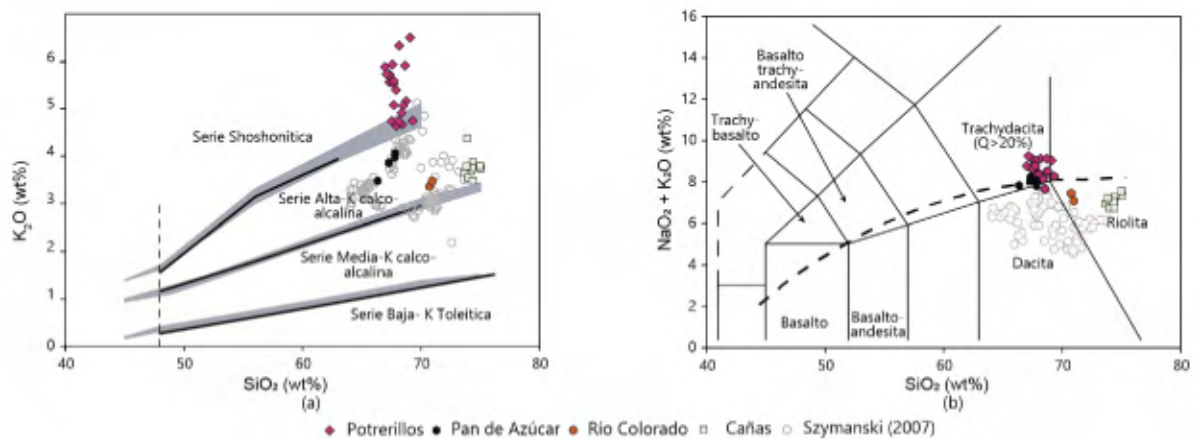


Figura 4.3 Diagramas de discriminación de series y composición a. Diagrama de Peccerillo & Taylor (1976) b. Diagrama de Le Bas *et al.* (1986) modificado por Le Maitre *et al.*, (2002)

Los diagramas tipo Harker muestran que la Toba Cañas tiene los menores porcentajes en todos los óxidos, mientras la Toba Pan de Azúcar posee los mayores porcentajes de óxidos a excepción del K_2O . En el caso del P_2O_5 , no se hace referencia debido a la poca variación y cantidad de mediciones. En el caso del porcentaje de SiO_2 se muestra un crecimiento del mismo desde la base de la Formación Bagaces hasta su techo, según las unidades analizadas (Figura 4.4).

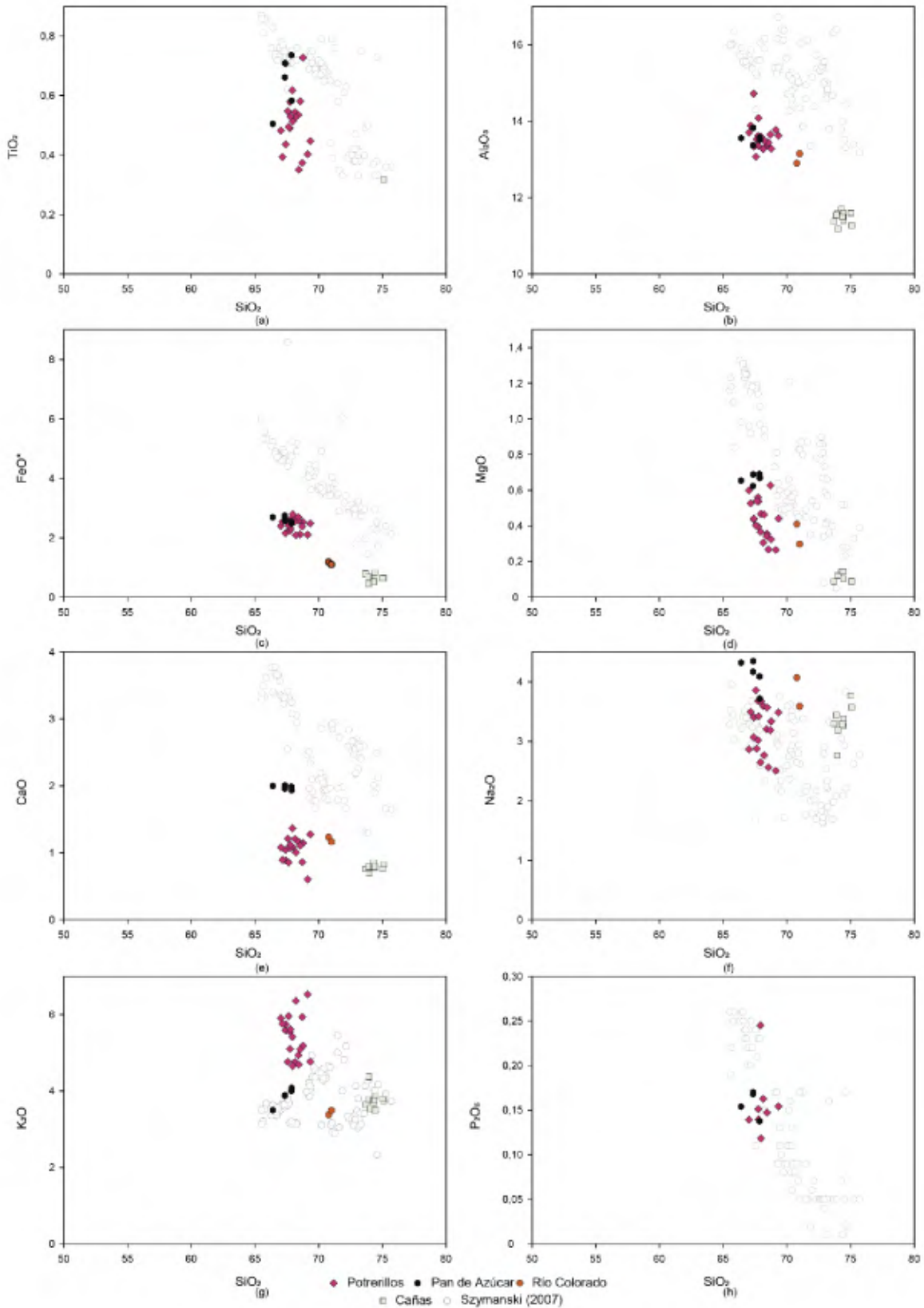
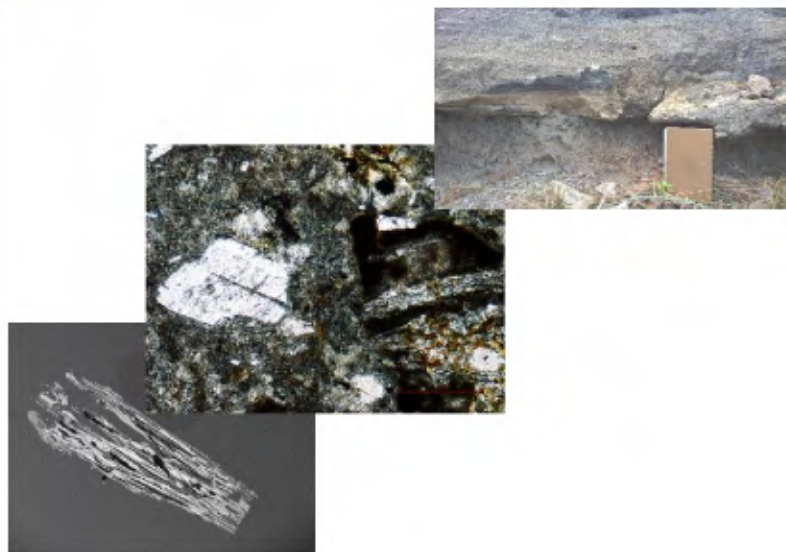


Figura 4.4 Diagramas de variación de elementos mayores. a. SiO_2 vs TiO_2 b. SiO_2 vs Al_2O_3 c. SiO_2 vs FeO^* d. SiO_2 vs MgO e. SiO_2 vs CaO f. SiO_2 vs Na_2O g. SiO_2 vs K_2O h. SiO_2 vs P_2O_5 . * FeO = hierro total

Capítulo V. Discusión de resultados



Capítulo V. Discusión de resultados

En este capítulo se comparan los datos obtenidos en los capítulos previos con: Otros eventos piroclásticos en Costa Rica y Rocas contemporáneas a la Formación Bagaces en la cordillera volcánica de Guanacaste desde un punto de vista petrográfico y geoquímico.

Eventos piroclásticos en Costa Rica

En Costa Rica se reconocen tres eventos piroclásticos de gran tamaño, uno en el valle Central (Formación Tiribí) y dos en el noroeste del país (Formaciones Bagaces y Liberia). Para este apartado se recopiló información petrográfica y geoquímica de Williams (1952); Krushensky (1972); Bergoeing (1982); Paniagua (1984); Tournon (1984); Kussmaul (1988); Appel (1990); Chiesa (1991); Chiesa *et al.* (1992); Chiesa *et al.* (1994); Setser (1994); Soto (1999); Hannah (2000); Pérez (2000); Barahona *et al.* (2001); Gans *et al.* (2003); Zamora *et al.* (2004); Deering *et al.* (2007) y el presente estudio.

La Formación Tiribí se divide en dos unidades: una capa basal compuesta por pómez de caída y la ignimbrita, compuesta por cuatro litofacies definidas como variaciones horizontales de una unidad de flujo principal (Cuadro 5.1). Tiene una edad de 0,322 Ma (Ar^{40}/Ar^{39}).

Geoquímicamente su composición varía desde basáltica traquiandesítica a traquidacítica (Figura 5.1), con

tendencia a ser calcoalcalina y un porcentaje de sílice entre 52,86 y 68,88% (Figura 5.2).

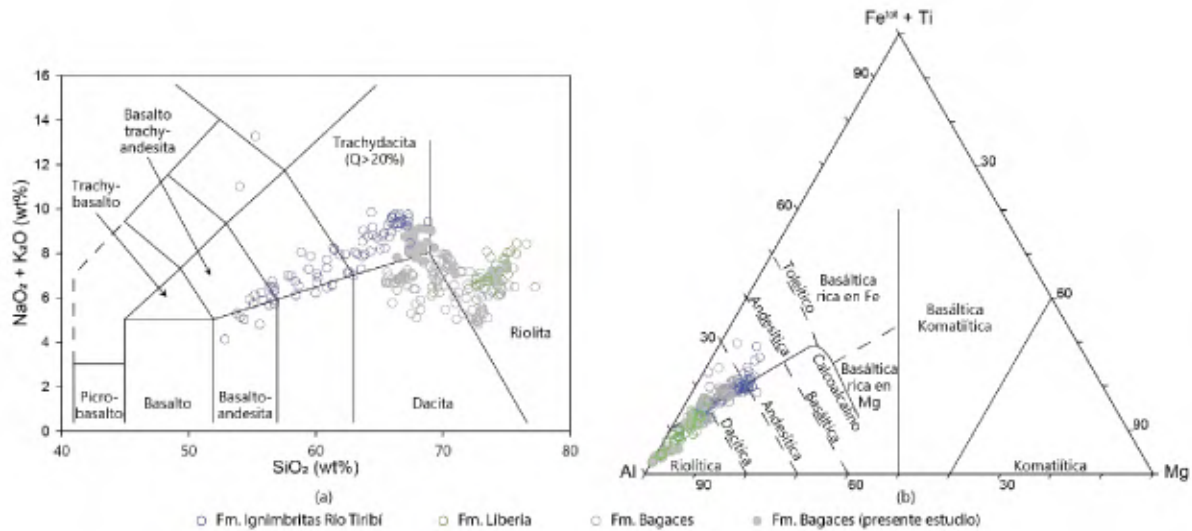


Figura 5.1 Diagramas de composición a. Diagrama de Peccerillo & Taylor (1976) b. Diagrama de Jensen (1976)

Cuadro 5.1 Cristaloclastos presentes en las formaciones Bagaces, Tiribí y Liberia

Formación	Unidad	Litofacies	Cristaloclasto							Referencia bibliográfica		
			Cuarzo	Cuarzo corroído	Biotita	Clinoanfíbol	Plagioclasa	Clinopiroxeno	Ortopiroxeno		Opacos	Apatito
Bagaces	1						X	X	X	X	X	Presente estudio
Tiribí	Superior	Tipo Valle Central					X	X		X		Pérez, (2000)
		Tipo Puente de Piedra					X	X			X	
		Tipo La Garita ²										
		Tipo Orotina			X		X	X	X	X		
	Santa Fe ²					X	X	X	X		Deering <i>et al.</i> , (2007)	
Liberia	Río Liberia		X	X	X	X	X					Zamora <i>et al.</i> (2004) & Chiesa <i>et al.</i> (1992)
	Buena Vista		X		X	X	X		X			Chiesa <i>et al.</i> (1992)
	Salitral		X		X	X		X				
	La Ese ²											

¹Tendencia de las rocas proclásticas ²Unidades africanas

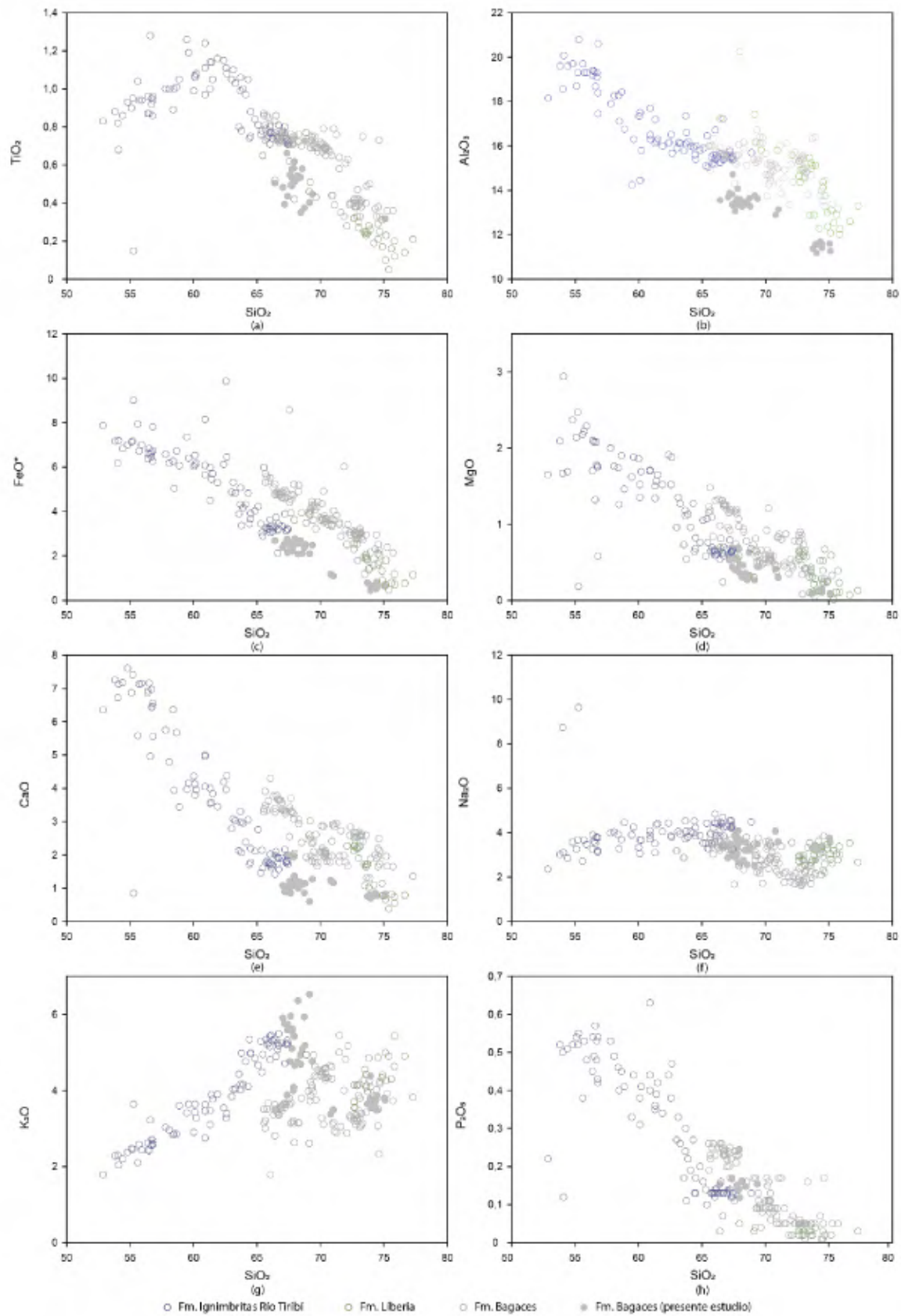


Figura 5.2 Diagramas tipo Harker a. SiO₂ vs TiO₂ b. SiO₂ vs Al₂O₃ c. SiO₂ vs FeO* d. SiO₂ vs MgO e. SiO₂ vs CaO f. SiO₂ vs Na₂O g. SiO₂ vs K₂O h. SiO₂ vs P₂O₅

Los restantes eventos son conformados por las formaciones Bagaces y Liberia, la primera ampliamente descrita en los capítulos II, III y IV del presente estudio. La Formación Liberia, por su parte, está conformada por cinco unidades: La Toba Santa Fe es un depósito de flujo de pómez con tendencia a tener clastos de pómez de orden métrico; la Toba Río Liberia es una ignimbrita cristalina con cristaloclastos de cuarzo, cuarzo corroído, biotita, clinocanfíbol y plagioclasa; la Toba Buena Vista es una ignimbrita cristalina con cristaloclastos de cuarzo, clinocanfíbol, plagioclasa, clinopiroxeno y opacos; la Toba Salitral es un depósito de flujo de pómez cristalino con cristaloclastos de cuarzo, clinocanfíbol, plagioclasa y ortopiroxeno y la Toba La Ese corresponde con una ignimbrita empobrecida en cristaloclastos (Cuadro 5.1; Deering *et al.*, 2007).

La Formación Bagaces posee una edad entre 2 y 4,87 Ma, y químicamente presenta una composición de traquidacítica a riolítica (Figura 5.1), que la sitúa en la serie calcoalcalina y el rango de sílice varía de 66,40 a 75,09% (Figura 5.2).

Por último, la Formación Liberia presenta una edad entre 0,6 y 1,56 Ma, composición dacítica a riolítica (Figura 5.1), se ubica dentro de la serie calcoalcalina y sílice variable entre 66,41 y 77,29% (Figura 5.2).

El sustrato de la Formación Tiribí está dado en su mayor parte la Formación Lavas Intracañón ubicada dentro de los actuales edificios volcánicos de la cordillera volcánica Central. La Formación Bagaces posee dos sustratos bien definidos. El primero es de tipo sedimentario, en este se ubican las formaciones Junquillal y Descartes. El segundo lo conforman eventos lávicos interdigitados entre las diferentes unidades piroclásticas, identificados como: Formación Grifo Alto, Dacitas Carbonal y Lavas Pelón de la Bajura. Por último, el sustrato de la Formación Liberia es la Formación Bagaces.

Desde el punto de vista petrográfico, para esta discusión, se contemplan únicamente los cristaloclastos debido a que la incorporación de litoclastos y vitroclastos no juveniles es de mayor facilidad que los cristaloclastos. Ya que, para introducir a la matriz cristaloclastos no juveniles debe existir un proceso erosivo previo. Por tanto, se estima que la mayor parte de cristaloclastos en la matriz formaron parte del magma que produjo las diferentes unidades dentro de las formaciones piroclásticas. Los cristaloclastos muestran una congruencia entre las formaciones Tiribí y Bagaces, ya que ambas tienden a contener dos tipos de piroxeno (clinopiroxeno y ortopiroxeno). Al contrario de la Formación Liberia, donde sus unidades se muestran un enriquecimiento de cristaloclastos de clinocanfíbol y cuarzo en la matriz.

La composición de los eventos piroclásticos indica diferencias amplias entre las formaciones Tiribí y Bagaces; la primera varía de basáltica traquiandesítica hasta traquidacítica y la segunda de traquidacítica a riolítica. Entre las formaciones Liberia y Bagaces el contraste composicional es menor, sin embargo continua siendo diferenciable, con la Formación Liberia variable entre dacítica a riolítica.

En el caso de los elementos mayores se identifica una variabilidad similar a la expuesta por la composición. La Formación Tiribí es predominantemente más básica y la Formación Liberia ligeramente más ácida que la Formación Bagaces. Esta variación se expone en la Figura 5.2d, al mostrarse una pendiente decreciente en la comparación de los valores de SiO₂ y MgO.

Aunque las formaciones Tiribí y Bagaces exponen correlación en cristaloclastos. David (2005) a partir de diagramas multielemento determina que ambas formaciones poseen una génesis

diferenciable, en el presente estudio este origen se refleja con la variación mostrada entre ambas con los óxidos de elementos mayores y composición.

Las formaciones Liberia y Bagaces describen semejanzas en cuanto a su composición y varianza de elementos mayores, no siendo así con los cristaloclastos. Donde la paragénesis de fenocristales de cuarzo, cuarzo corroído, biotita y clinocanfíbol en la Formación Liberia indica una composición más félsica que la Formación Bagaces, compuesta por cristaloclastos de plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno, opacos y apatito.

Sin embargo, no hay una proveniencia común. Se consideran sitios de origen distintos, debido a que Chiesa *et al.* (1992) asocian la mayor parte de la Formación Liberia a la caldera de Guayabo (a excepción de la Toba Río Liberia; Chiesa, 1991; Barahona *et al.* 2001) y en el presente estudio, para la Formación Bagaces, se identificaron los mayores espesores de tobas cercanos al sinclinal de tobas y al pueblo de Curubandé.

A pesar de que Costa Rica presenta registros de eventos piroclásticos de gran tamaño, en un espacio geográfico pequeño, el análisis textural (cristaloclastos y espesores) y geoquímico (elementos mayores) demuestra la heterogeneidad entre los procesos formadores de los mismos.

Rocas contemporáneas a la Formación Bagaces en la cordillera volcánica de Guanacaste

Dentro de las formaciones y unidades contemporáneas a la Formación Bagaces en la cordillera volcánica de Guanacaste se encuentran: Domos de Cañas Dulces, Dacitas Carbonal y Lavas Pelón de la Bajura. La recopilación de información petrográfica y geoquímica de este apartado fue de Tournon (1984), Funaioli & Rossi (1991); Gillot *et al.* (1994); Zamora *et al.* (2004); Alvarado & Gans (2012) y el presente estudio.

Los Domos de Cañas Dulces están compuestos por una serie de rocas extrusivas aflorantes como domos, son divididas en dos unidades según sus afinidades petrográficas en (Cuadro 5.2):

- ↖ Cerros Fortuna y San Roque: compuestos por dacitas con matriz semiesferulítica y fenocristales de plagioclasa, anfíbol y biotita.
- ↖ Cerros Cañas Dulces, Torre, Oeste de Góngora y San Vicente: conformados por dacitas con fenocristales de plagioclasa, ortopiroxeno, clinopiroxeno, anfíbol, opacos y biotita.

La edad de esta Formación es variable entre 1,2 y 1,5 Ma, su composición varía de dacítica a riolítica, se ubica en la serie calcoalcalina y el sílice varía de 60,22 a 73,17% (figuras 5.3 y 5.4).

Las Lavas Pelón de la Bajura varían de basalto-andesitas a dacitas con fenocristales de plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno, opacos y apatito (Cuadro 5.2). Además, tienen una edad cercana a los 3,8 Ma. Químicamente no se tienen datos debido a que, se descartó el análisis de Chiesa *et al.* (1994), ya que presentan un valor promedio de los análisis químicos realizados.

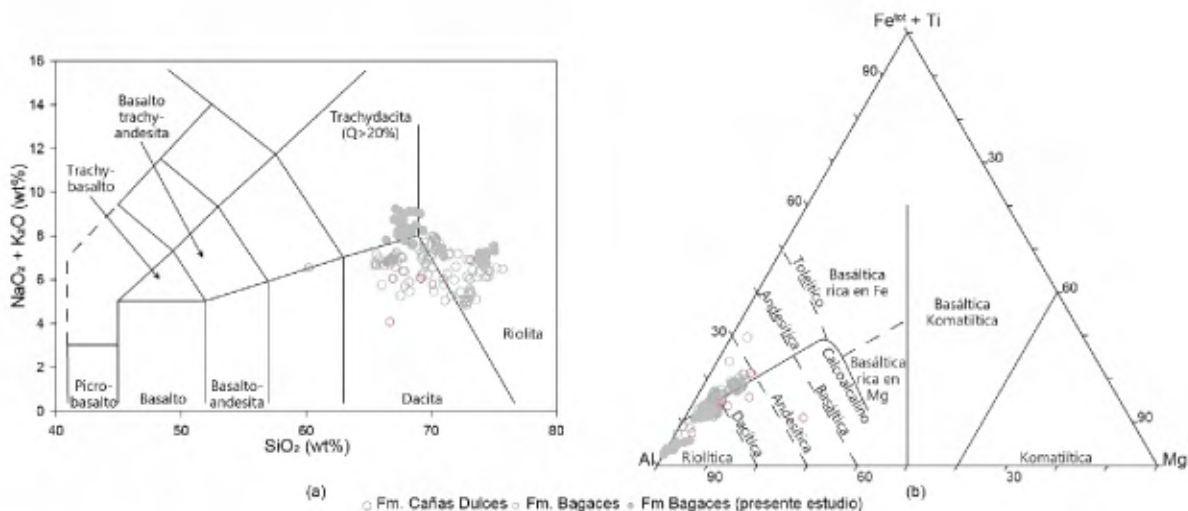


Figura 5.3 Diagramas de composición a. Diagrama de Peccerillo & Taylor (1976) b. Diagrama de Jensen (1976)

Las formaciones Bagaces, Pelón de la Bajura y Cañas Dulces comparten afinidad petrográfica en función de los dos tipos de piroxeno encontrados. Sin embargo, algunas unidades de la Formación Domos de Cañas Dulces presentan fenocristales de clinoanfíbol y biotita. Por tanto, correspondería con una paragénesis ligeramente más ácida que la visualizada en las formaciones Bagaces y Pelón de la Bajura.

Los análisis químicos revelan que las formaciones Pelón de la Bajura y Bagaces difieren en cuanto a composición. La primera varía de basalto andesitas hasta dacitas, mientras que la Formación Bagaces va desde una composición traquidacítica hasta riolítica. En el caso de la Formación Domos de Cañas Dulces su composición varía de dacítica a riolítica, siendo ligeramente diferente a la Formación Bagaces. Las diferencias composicionales entre las formaciones Pelón de la Bajura; Domos de Cañas Dulces y Bagaces pueden representar un indicio de importancia en la identificación de procesos genéticos diferentes.

Los elementos mayores, en este caso sólo de las formaciones Bagaces y Domos de Cañas Dulces, muestran un traslape fuerte. Por otro lado, David (2005) encuentra una relación a partir de diagramas multielemento de las unidades de la Formación Bagaces que analizó con las unidades efusivas de la actual cordillera volcánica de Guanacaste (volcanes Rincón de la Vieja y Tenorio). Esta relación se refleja en los diagramas de variación (Figura 5.4) donde se identifica la concordancia de los óxidos de elementos mayores de las formaciones Bagaces y Cañas Dulces.

Al poseer la Formación Bagaces mayores espesores en sus unidades cerca al pueblo de Curubandé y el Sinclinal de Tobas, y por ser más antigua que los Domos Cañas Dulces, es de importancia científica la realización de análisis químicos que incluyan elementos menores y trazas, para determinar si la geoquímica confirma la relación petrográfica y de elementos mayores entre ambas unidades.

Cuadro 5.2 Fenocristales de formaciones y unidades contemporáneas a la Formación Bagaces

Formación	Unidad	Roca	Cristaloclasto							Referencia bibliográfica	
			Biotita	Clinocanfíbol	Plagioclasa	Piroxeno no diferenciable	Clinopiroxeno	Ortopiroxeno	Opacos		Apatito
Cañas Dulces	Fortuna y San Roque	Dacita	X	X	X						
	Cañas Dulces, Torre, Oeste de Góngora y San Vicente	Dacita	X	X	X		X	X	X		Zamora <i>et al.</i> (2004)
	Pelón Bajura ¹	Andesita			X	X			X		Chiesa <i>et al.</i> (1994)
	Pelón Bajura ¹	Andesita			X		X	X	X	X	
	Alto Mirador	Toba			X		X		X	X	
	Potrerrillos	Toba			X		X	X	X	X	
	Limbo I	Toba			X		X	X	X	X	
	Limbo II	Toba			X		X		X	X	
	Mata de Caña 3	Toba			X				X	X	
	Mata de Caña 2	Toba			X		X		X	X	
Bagaces	Mata de Caña 1	Toba			X		X	X	X	X	
	Sandillal	Toba			X		X		X		
	Pan de Azúcar	Toba			X		X		X	X	Presente estudio
	Poza Salada	Toba			X				X	X	
	Santa Rosa	Toba			X		X	X	X	X	
	La Casona	Toba			X		X	X	X	X	
	Monte del Barco	Toba			X				X	X	
	Cuajiniquíl	Toba		X	X				X	X	
	Río Colorado	Toba			X				X	X	
	Cañas	Toba		X	X		X		X		
	Montenegro	Toba			X		X		X	X	

¹Rocas efusivas del área de estudio

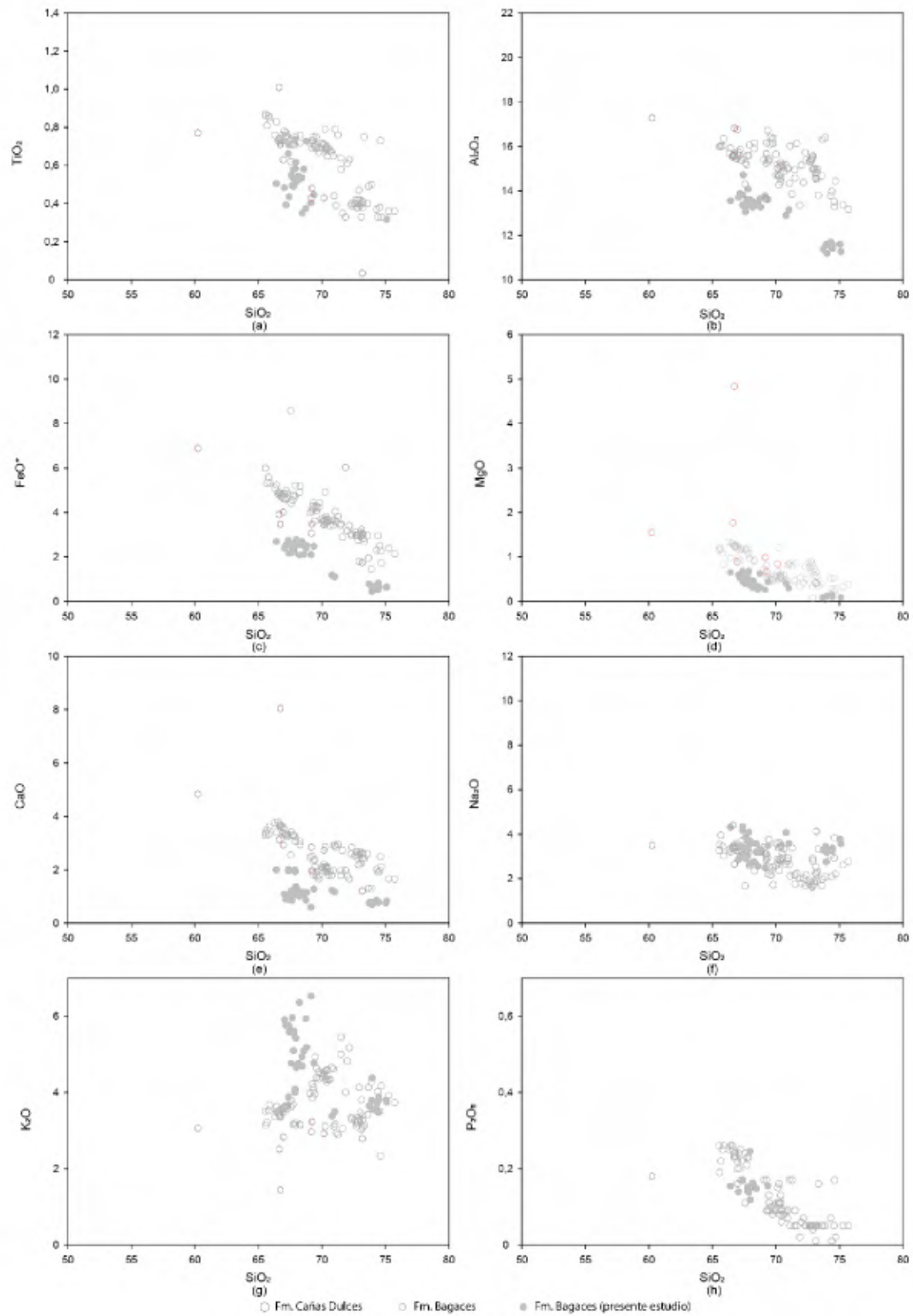
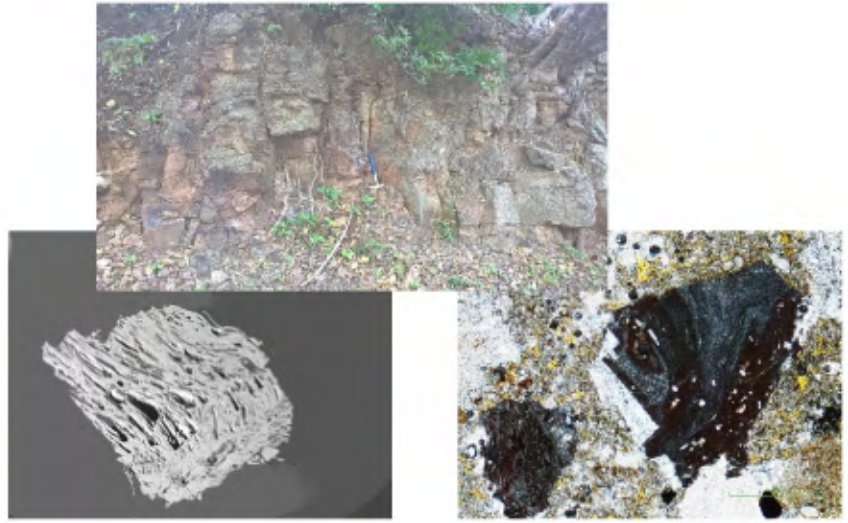


Figura 5.4 Diagramas tipo Harker a. SiO_2 vs TiO_2 b. SiO_2 vs Al_2O_3 c. SiO_2 vs FeO^* d. SiO_2 vs MgO e. SiO_2 vs CaO f. SiO_2 vs Na_2O g. SiO_2 vs K_2O h. SiO_2 vs P_2O_5

Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones



Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones

Tefroestratigrafía y petrografía

El levantamiento de secciones estratigráficas en el campo y la descripción de quince piezómetros permitieron conocer un arreglo vertical de las dieciséis unidades de la Formación Bagaces y el conocimiento de variaciones locales de las Lavas Pelón de la Bajura. El resultado del análisis de secciones delgadas con el microscopio polarizante permitió el reconocimiento de rasgos microscópicos distintivos para las unidades estudiadas.

Las unidades piroclásticas de la Formación Bagaces son:

↳ Toba Alto Mirador: Ignimbrita con lentes de pómez, cuyos principales clastos son: clinopiroxeno, líticos no reconocibles, lavas cristalinas y pumíticos hialinos.

↳ Toba Potrerillos: Definida en la presente investigación a partir del análisis piezométrico. Depósito de flujo de pómez y escoria que varía de una base con abundantes *fiammes* blancos a un techo con escoria. Los componentes principales son clinopiroxeno, ortopiroxeno, líticos recristalizados y pumíticos hialinos.

↳ Toba Limbo I: Flujo de pómez con dos depósitos y variaciones verticales. Se diferencia de las demás unidades por presentar clinopiroxeno, ortopiroxeno, apatito, líticos recristalizados, escoria hialina y pumíticos cristalinos.

- ↖ Toba Sandillal: Depósito de flujo de pómez variante de una base enriquecida en *fiammes* escoriáceos a un techo con pómez. La presencia de clinopiroxeno y fragmentos de vidrio son concurrentes en esta unidad.
- ↖ Toba Rama de Nance: Depósito masivo de flujo de pómez con enfriamiento uniforme. Sobresalen los vitroclastos de escoria cristalina, pumíticos hialinos y fragmentos de vidrio como principales clastos.
- ↖ Toba Pan de Azúcar: Depósito de flujo de pómez enriquecido en escoria con una base con *fiammes* métricos cristalinos en gradación normal a un techo de alto contenido escoriáceo. Se identifica de las demás unidades por clastos de clinopiroxeno, apatito, lavas con microlitos, escoria hialina y pumíticos hialinos.
- ↖ Toba Limbo II: Ignimbrita con dos depósitos, uno Inferior con un comportamiento de flujo granular y uno Superior con acumulación de *fiammes* grises hacia la base y pómez al techo. Los cristaloclastos de clinopiroxeno y apatito, litoclastos de líticos no reconocibles y vitroclastos de escoria y pumíticos hialinos.
- ↖ Toba Mata de Caña: Definida en esta investigación con el análisis piezométrico. Se divide en tres depósitos, cada uno con sus características microscópicas propias, el Superior e Inferior son depósitos de flujos de pómez rico en líticos y el Intermedio es un depósito de flujo de pómez; los depósitos se interpretan como un proceso agradacional.
- ↖ Toba Poza Salada: Depósito de flujo de pómez rico en escoria con variaciones verticales y evidencias de una fábrica direccional modificada. Es fácilmente reconocida por presentar *fiammes* vítreos de orden métrico. Microscópicamente se diferencia porque presenta pumíticos hialinos.
- ↖ Toba Santa Rosa: Ignimbrita con variaciones verticales, su principal característica macroscópica es la presencia de *fiammes* blancos. Petrográficamente se reconocen clastos de clinopiroxeno, ortopiroxeno, apatito y pumíticos hialinos.
- ↖ Toba La Casona: Dividida en dos depósitos agrupados dentro de flujos de pómez enriquecidos en líticos. Al microscopio se reconocen cristaloclastos de clinopiroxeno, ortopiroxeno y apatito, además de vitroclastos de escoria hialina.
- ↖ Toba Cuajiniquil: Depósito de flujo de pómez con amplias variaciones en soldamiento. Su reconocimiento en campo se facilita por fragmentarse en bloques de gran tamaño. A nivel microscópico los líticos no reconocibles, escoria hialina y pumíticos hialinos son de importancia en el reconocimiento de esta unidad.
- ↖ Litofacies Monte del Barco (Toba Río Colorado): Ignimbrita con variaciones verticales. Se contrasta de las demás unidades por contener apatito y pumíticos hialinos.
- ↖ Toba Río Colorado: Ignimbrita dividida en dos depósitos con afinidades similares y variaciones verticales, donde se distinguen *fiammes* anaranjados como característica macroscópica básica. En sección delgada son preponderantes los clastos de clinopiroxeno, apatito, pumíticos hialinos y escoria hialina.
- ↖ Toba Cañas: Unidad con dos depósitos y características petrográficas propias. El depósito Inferior se identifica como un flujo de pómez, diferenciado por la presencia de clinopiroxeno, clinopiroxeno y pumíticos hialinos, y el depósito Superior es un flujo de pómez enriquecido en escoria y con componentes principales como: apatito, lavas con microlitos, escoria hialina y pumíticos hialinos.

- ↖ Toba Montenegro: Depósito de flujo de pómez y escoria con variaciones verticales. Bajo el microscopio polarizante resaltan los cristaloclastos de clinopiroxeno y apatito, los litoclastos de líticos no reconocibles y vitroclastos de pumíticos hialinos.

Sumado a las unidades de la Formación Bagaces, se describió la Toba Alcántaro, parte de la Formación Alcántaro que corresponde con un depósito de flujo de pómez y clastos típicos como clinopiroxeno, ortopiroxeno, líticos no reconocibles, lavas con microlitos y pumíticos hialinos.

Las lavas fueron divididas según su afinidad textural en:

- ↖ Unidad afírica: Lavas afíricas con vesículas rellenas de zeolitas y agregados de cuarzo microcristalino, y bajo contenido de microlitos en la matriz (<10%).
- ↖ Unidad cristalina baja en microcristales: Lavas de textura afaníctica porfirítica con fenocristales de gran tamaño y contenido intermedio de microlitos en la matriz (<30%).
- ↖ Unidad cristalina alta en microcristales: Lavas de textura afaníctica porfirítica con fenocristales de mediano tamaño, cumulitos y alto contenido de microlitos en la matriz (<80%).

Geoquímica

La Formación Bagaces corresponde con una transición de un vulcanismo más ácido respecto a la Formación Grifo Alto, en Guanacaste, ubicada como su contacto inferior al sureste del área de estudio, las evidencias de esto son: La tendencia al aumento del contenido de sílice (SiO_2) de las unidades de la base al techo y en sentido inverso para el porcentaje de óxido de magnesio (MgO); y el cambio de composición de traquidácica a riolítica de las unidades basales a las superiores.

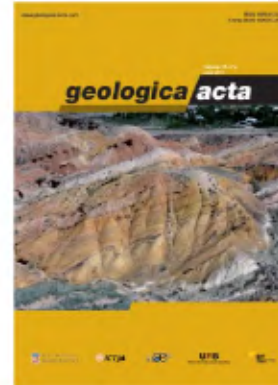
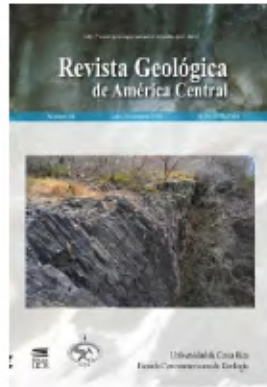
Los diagramas de componente contra litofacies son importantes para definir las zonas de transición entre diferentes tipos de depositación ocurridos durante el emplazamiento de eventos piroclásticos, los cuales a su vez pueden ser afectados por diferencias en el sustrato. Un estudio de muestreo a detalle en cada unidad conformaría la base para la identificación de anomalías topográficas regionales o locales y la delimitación de unidades de flujo.

Se recomienda el análisis textural a detalle para la identificación de los sitios de proveniencia de las diferentes unidades de la Formación Bagaces. Esto es de importancia para el esclarecimiento de la paleogeografía modificada por el emplazamiento de grandes eventos piroclásticos y efusivos correspondientes con la meseta volcánica de Santa Rosa y la actual cordillera volcánica de Guanacaste.

La clasificación de las tobas desde el punto de vista granulométrico no se recomienda para la realización de estudios petrográficos con el microscopio polarizante, debido a que los componentes de un depósito piroclástico pueden llegar a ser de orden métrico y por tanto el tamaño de una lámina delgada deja de ser representativo.

La afinidad de las formaciones Cañas Dulces y Bagaces en petrografía y elementos mayores muestran una posible concordancia. Se recomienda la continuación de estudios de este tipo y de elementos menores y trazas en las restantes unidades de la Formación Bagaces, los Domos de Cañas Dulces, las Dacitas Carbonal y en las Lavas Pelón de la Bajura para el conocimiento de las condiciones petrológicas bajo las cuales se conformó la paleo cordillera volcánica de Guanacaste y su relación entre sí.

Capítulo VII. Referencias bibliográficas



Capítulo VII. Referencias bibliográficas

Aguilar, T., & Alvarado, G. (2004). Tafonomía y sedimentología de la paleobiota estuarina en los cerros Barbudal (Costa Rica) sepultada por vulcanismo Neógeno. *Revista Geológica de America Central*, 30, 111–116.

Aiazzi, D., Fiorletta, M., Civelli, G., Chiesa, S., & Alvarado, G. E. (2004). Geología de la hoja Cañas. *Revista Geológica de America Central*, 30, 215–223.

Albarede, F. (2009). *Geochemistry An Introduction*. New York: Cambridge University Press.

Alvarado, G. E. (2008). *Los volcanes de Costa Rica: Geología, historia, riqueza natural y su gente*. (G. Soto, Ed.) (Tercera Ed). San José: Editorial Universidad Estatal a Distancia.

Alvarado, G. E. (2009). Geología de La hoja Fortuna, Alajuela, Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*, 41, 117–122.

Alvarado, G. E., & Gans, P. B. (2012). Síntesis geocronológica del magmatismo, metamorfismo y metalogenia de Costa Rica, América Central. *Revista Geológica de America Central*, 46, 7–122.

Alvarado, G. E., Kussmaul, S., Chiesa, S., Gillot, P., Appel, H., Wörner, G., & Rundle, C. (1992). Resumen cronoestratigráfico de las rocas ígneas de Costa Rica basado en dataciones radiométricas. *Journal of South American Earth Sciences*, 6(3), 151–168.

Alvarado, M. (2002). *Geología de Playa Iguanita y*

alrededores, Guanacaste, Costa Rica. San José.

- Andjic, G., Baumgartner-Mora, C., & Baumgartner, P. (2016). An upper Paleogene shallowing-upward sequence in the southern Sandino Forearc Basin (NW Costa Rica): response to tectonic uplift. *Facies*, 62(2), 9.
- Appel, H. (1990). *Geochemie und K/Ar-Datierung on Magmatiten in Costa Rica, Zentralamerika.* Universidad de Mainz.
- Astorga, A. (1987). *El Cretácico Superior y el Paleógeno de la vertiente pacífica de Nicaragua meridional y Costa Rica septentrional: origen, evolución y dinámica de las cuencas profundas relacionadas al margen convergente de Centroamérica.* Universidad de Costa Rica.
- Bandini, A. N., Flores-Reyes, K., Baumgartner, P. O., Jackett, S.-J., & Denyer-Chavarría, P. (2008). Late Cretaceous and Paleogene Radiolaria from the Nicoya Peninsula, Costa Rica: a tectonostratigraphic application. *Stratigraphy*, 5(1), 3–21.
- Barahona, M., Bonilla, E., Cortés, R., Coto, L. C., Guzmán, G., Herrera, P. C., Hidalgo, P., Martens, U., Méndez, J., Pérez, K., Reyes, K., Sjöbohm, L., Vargas, C., & Zamora, N. (2001). *Geología - Vulcanología del Campo Geotérmico Borinquen - Las Pailas.* San José.
- Baumgartner-Mora, C., Baumgartner, P. O., & Tschudin, P. (2008). Late Oligocene Larger Foraminifera From Nosara (Nicoya Peninsula, Costa Rica) and Indward (Carriacou, Lesser Antilles), Calibrated By 87 Sr / 86 Sr Isotope Stratigraphy. *Revista Geológica de América Central*, 38, 33–52.
- Baumgartner, P. O., Mora, C. R., Butterlin, J., Sigal, J., Glacon, G., Azema, J., & Bourgois, J. (1984). Sedimentología y Paleogeografía del Cretácico y Cenozoico del litoral pacífico de Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*.
- Bergoeing, J. (1982). *Dataciones radiométricas en algunas muestras de Costa Rica.* San José.
- Bohnenberger, O. (1968). *Un reconocimiento fotogeológico en Guanacaste.* San José.
- Branney, M., & Kokelaar, P. (2002). *Pyroclastic density currents and the sedimentation of ignimbrites.* (A. Fleet, P. Doyle, F. Gregory, J. Griffiths, A. Hartley, R. Holdsworth, A. Morton, N. Robins, M. Stoker & J. Turner, Eds.), *Geological Society Memoir No. 27.* London: The Geological Society. <https://doi.org/10.1086/427850>
- Brown, R. J., & D. M. Andrews, G. (2015). Deposits of Pyroclastic Density Currents. In H. Sigurdsson, B. Houghton, S. McNutt, H. Rymer, & J. Stix (Eds.), *The Encyclopedia of Volcanoes* (Second Ed, pp. 631–648). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385938-9.00036-5>
- Calvo, C. (1987). *Las calizas neríticas de la vertiente pacífica del norte de Costa Rica y sur de Nicaragua: Épocas y sistemas asociados con la apertura y evolución del margen convergente de la América Central Meridional.* Universidad de Costa Rica.
- Camacho, D. (2002). *Caracterización geológica del sitio Bahía y zonas aledañas, península de Papagayo.* San José.
- Cas, R., & Wright, J. (1987). *Volcanic Successions: Modern and Ancient* (First Edit). London: Allen & Unwin.
- Castro, A. (2015). *Petrografía de rocas ígneas y metamórficas.* (C. L. Carmona, Ed.) (Primera Ed).

Madrid: Ediciones Paraninfo.

- Chaves, I. (2002). *Estudio geológico de la zona Playa Cabuyal y el Triunfo, Guanacaste, Costa Rica*. San José.
- Chaves, J. (2002). *Estudio geológico del hito Papagayo y alrededores, Península de Papagayo, Liberia, Guanacaste*. San José.
- Chiesa, S. (1987). *Geología de la Meseta Ignimbrítica de Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica*. San José.
- Chiesa, S. (1991). El flujo de pómez biotítica del Río Liberia (Guanacaste) Costa Rica, América Central. *Revista Geológica de América Central*, 13, 73-84.
- Chiesa, S., Civelli, G., Gillot, P.-Y., Mora, A., & Alvarado, G. E. (1992). Rocas piroclásticas asociadas con la formación de la Caldera de Guayabo, Cordillera de Guanacaste, Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*, 14, 59–75.
- Chiesa, S., Alvarado, G. E., Pecchio, M., Corella, M., & Zanchi, A. (1994). Contribution to petrological and stratigraphical understanding of the Cordillera de Guanacaste lava flows, Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*, 17, 19–43.
- Chiesa, S., Bettoni, M., & Confortini, F. (2004). Breve reseña sobre la geología de los Parques Nacionales Santa Rosa y Guanacaste. Retrieved February 4, 2018, from http://www.acguanacaste.ac.cr/rothschildia/v3n1/textos/geol_guana.html
- Civelli, G., Locati, U., Bigioggero, B., Chiesa, S., Alvarado, G., & Mora, O. (2005). Geología de la hoja tierras morenas. *Revista Geológica de América Central*, 33, 99–110. Retrieved from <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/geologica/article/viewFile/4240/4064>
- David, A. (2005). *The Bagaces Formation in the Guanacaste Province, Costa Rica: Refined stratigraphy and petrology*. University of Kiel.
- Deering, C. D., Vogel, T. A., Patino, L. C., & Alvarado, G. E. (2007). Origin of distinct silicic magma types from the Guachipelín Caldera, NW Costa Rica: Evidence for magma mixing and protracted subvolcanic residence. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 165(3–4), 103–126. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2007.05.004>
- DeMets, C. (2001). A new estimate for present-day Cocos-Caribbean plate motion: Implications for slip along the Central American volcanic arc. *Geophysical research letters*, 28(21), 4043-4046.
- Dengo, G. (1962). *Estudio geológico de Guanacaste (Primera)*. San José: Instituto Geográfico de Costa Rica.
- Denyer, P., Aguilar, T., & Montero, W. (2014). *Cartografía Geológica de la península de Nicoya, Costa Rica*. (G. Fonseca, Ed.) (Percy Denyer). San José: Editorial UCR.
- Denyer, P., & Gazel, E. (2009). The Costa Rican Jurassic to Miocene oceanic complexes: Origin, tectonics and relations. *Journal of South American Earth Sciences*, 28(4), 429–442. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2009.04.010>
- Dickinson, W. & Hatherton, T., 1967: Andesitic volcanism and seismicity around the Pacific. *Science* 157, 801 – 803.
- Dóndoli, C. (1950). *Liberia y sus alrededores*. San José.

- Fisher, R. V. (1966). Rocks composed of volcanic fragments and their classification. *Earth-Science Reviews*, 1, 287–298.
- Fisher, R. & Schmincke, H. (1984). Pyroclastic rocks. Springer-Verlag, Berlin 472 pp.
- Flores, K. (2003). *Propuesta tectonoestratigráfica de la región Septentrional del golfo de Nicoya, Costa Rica*. Universidad de Costa Rica.
- Funaioli, G., & Rossi, L. (1991). *Il complesso vulcanico del Rincon de La Vieja (Costa Rica): evoluzione chimica e petrografica*. Universidad de Pisa.
- Gans, P., Alvarado, G., Pérez, W. & MacMillan, C. (2003). Neogene evolution of the Costa Rican arc and development of the Cordillera Central. *Geol. Soc. Amer. Abstr. Progr.* 31:A479.
- Gifkins, C. C., Allen, R. L., & McPhie, J. (2005). Apparent welding textures in altered pumice-rich rocks. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 142, 29–47. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2004.10.012>
- Gillot, P.-Y., Chiesa, S., & Alvarado, G. (1994). Chronostratigraphy of upper miocene-quaternary volcanism in northern Costa Rica. *Revista Geológica de America Central*, 17, 45–53.
- Gómez, M. (2002). *Geología integral de Alto Roble y alrededores, Provincia de Guanacaste, Costa Rica*. San José.
- Hannah, R. (2000). *Origin of the chemical variation in the Valle Central Tuff, Costa Rica*. Michigan State University.
- Herrera, P., & Vargas, A. E. (2012). Geología de Bahía Culebra, Guanacaste, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 60(2), 213–223.
- Irvine, T. N., & Baragar, W. R. A. (1971). A Guide to the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8, 523–548. <https://doi.org/10.1139/e71-055>
- Jensen, L. (1976). *A new cation plot for classifying subalkalic volcanic rocks. Ontario Division of Mines* (Vol. 66). Ontario.
- Kempton, K. (1997). *Geologic Evolution of the Rincón de la Vieja Volcanic Complex, Northwestern Costa Rica*. University of Texas.
- Krushensky, R. (1972). *Geology of the Istarú Quadrangle, Costa Rica. Geological Survey Bulletin 1358*. Washington.
- Kussmaul, S. (1988). Comparación petrológica entre el piso volcánico del Valle Central y la Cordillera Central de Costa Rica. *Revista Ciencia Y Tecnología*, 109–116.
- LaFemina, P., Dixon, T. H., Govers, R., Norabuena, E., Turner, H., Saballos, A., Mattioli, G., Protti, M., & Strauch, W. (2009). Fore-arc motion and Cocos Ridge collision in Central America. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 10(5), 1–21. <https://doi.org/10.1029/2008GC002181>
- Le Bas, M. J., Le Maitre, R. W., Streckeisen, A., & Zanettin, B. (1986). A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali silica diagram. *Journal of Petrology*, 27(3), 745–750. <https://doi.org/10.1093/petrology/27.3.745>
- Le Maitre, R. w, Streckeisen, A., Zanettin, B., Le Bas, M., Bonin, B., Bateman, P., Bellieni, G., Dudek, A., Efremova, S., Keller, J., La Meyre, J., Sabine, P., Schmid, R., Sorensen, H., & Woolley, A. (2002).

- Igneous rocks: A classification and glossary of terms.* (R. W. Le Maitre, Ed.) (Second edi). New York: Cambridge University.
- Linkimer, L., Beck, S., Schwartz, S., Zandt, G., & Levin, V. (2010). Nature of crustal terranes and the Moho in northern Costa Rica from receiver function analysis. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 11(1): 1-24.
- López, J. (1981). La microsonda electrónica, fundamentos, características y aplicaciones. *Boletín de La Sociedad Española de Cerámica Y Vidrio*, 20(3), 155–163. Retrieved from <http://boletines.secv.es/upload/198120155.pdf>
- Lücke, O. H. (2012). Moho structure of Central America based on three-dimensional lithospheric density modelling of satellite-derived gravity data. *International Journal of Earth Sciences*, 103(7), 1733–1745. <https://doi.org/10.1007/s00531-012-0787-y>
- Lücke, O. H., & Arroyo, I. G. (2015). Density structure and geometry of the Costa Rican subduction zone from 3-D gravity modeling and local earthquake data. *Solid Earth*, 6(4), 1169–1183. <https://doi.org/10.5194/se-6-1169-2015>
- Lundgren, P., Protti, M., Donnellan, A., Heflin, M., Hernandez, E., & Jefferson, D. (1999). Seismic cycle and plate margin deformation in Costa Rica: GPS observations from 1994 to 1997. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 104(B12), 28915-28926.
- Mansor, S. (2005). *The Post-Carboniferous units of the Bagaces Formation: The Meseta de Santa Rosa (National Park Santa Rosa, Costa Rica)*. University of Kiel.
- Mansor, S. (2005). *The Post-Carboniferous units of the Bagaces Formation: The Meseta de Santa Rosa (National Park Santa Rosa, Costa Rica)*. University of Kiel.
- Marquardt, M. (2005). *Refined Stratigraphy of the Bagaces Formation, Santa Rosa National Park / Costa Rica*. University of Kiel.
- Marshall, P. (1935). Acid rocks of the Taupo - Rotorua volcanic district. *Transactions Royal Society*, 323–366.
- McSween, H., Richardson, S., & Uhle, M. (2003). *Geochemistry Pathways and Processes*. New York: Columbia University Press.
- Murillo, J. (2002). *Estudio geológico integrado de la zona de Playa Cabuyal, Distrito de Nacascolo, Provincia de Guanacaste, Costa Rica*. San José.
- Naciones Unidas. (1975). *Investigaciones de aguas subterráneas en zonas seleccionadas de Costa Rica*. New York.
- Paniagua, S. (1984). *Contribución al conocimiento de la geología y petrología del vulcanismo Plio-Pleistocénico de la Cordillera Central de Costa Rica*. Universidad de Costa Rica.
- Peccerillo, A., & Taylor, S. R. (1976). Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 58, 63–81. <https://doi.org/10.1007/BF00384745>
- Pérez, W. (2000). *Vulcanología y petroquímica del evento ingimbrítico del Pleistoceno Medio (0,33 M.a.) del Valle Central de Costa Rica*. Universidad de Costa Rica.
- Pettijohn, F., Potter, P., & Siever, R. (1987). *Sand and sandstone* (First Edit). New York: Springer.

- Pizarro, D. (1993). Los pozos profundos perforados en Costa Rica: Aspectos litológicos y bioestratigráficos. *Rev. Geol. Amér. Central*.
- Quane, S. L., & Russell, J. K. (2005a). Ranking welding intensity in pyroclastic deposits. *Bulletin of Volcanology*, 67, 129–143. <https://doi.org/10.1007/s00445-004-0367-5>
- Quane, S. L., & Russell, J. K. (2005b). Welding: Insights from high-temperature analogue experiments. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 142, 67–87. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2004.10.014>
- Rivier, F. (1983). Síntesis geológica y mapa geológico del área del bajo Tempisque, Guanacaste, Costa Rica. *Informe Semestral IGN*, 1983(1), 7–31.
- Rollinson, H. (1993). *Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation* (First edit). London: Pearson Education Limited.
- Ross, C., & Smith, R. L. (1961). *Ash-Flow Tuffs : Their Origin, Geologic Relations and Identification* (Vol. 366). Washington.
- Schindlbeck, J., Kutterolf, S., Freundt, A., Alvarado, G., Wang, K., Straub, S., Hemming, S., Frische, M., & Woodhead, J. (2016). Geochemistry, Geophysics, Geosystems. *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 17, 1–28. <https://doi.org/10.1002/2016GC006406>
- Schmidt-Effing, R. (1974). Primer hallazgo de amonites en América Central Meridional y notas sobre las facies Cretácicas en dicha región. *Informe Semestral IGN*, 1975(1), 53–61.
- Semm, W. (2005). *Pliocene ignimbrites (Formación Bagaces) around Cañas, Guanacaste, Costa Rica*. University of Kiel.
- Setser, R. (1994). *Petrology and geochemistry of Costa Rican ignimbrites*. Wesleyan University.
- Smith, R. L. (1960). Ash flows. *Bulletin of the Geological Society of America*, 71, 795–841. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1960\)71\[795:AF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1960)71[795:AF]2.0.CO;2)
- Soto, G. (1999). Estudio geológico de la Hoja Poás. In *Estudio geológico-geotécnico de avance para la factibilidad del proyecto hidroeléctrico Laguna Hule* (pp. 15–45). San José: Instituto Costarricense de Electricidad.
- Sparks, R. S. J., Self, S., & Walker, G. P. L. (1973). Products of ignimbrite eruptions. *Geology*, 1, 115–118. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1973\)1<115:POIE>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1973)1<115:POIE>2.0.CO;2)
- Sprechmann, P., Astorga, A., Calvo, C., & Fernández, A. (1994). Stratigraphic chart of the sedimentary basins of Costa Rica, Central America. *Profil*, 7, 427–433.
- Sprechmann, P., Astorga, A., Fernández, A., & Calvo, C. (1993). Cuadro sinóptico de correlación estratigráfica de las cuencas sedimentarias de Costa Rica. In P. y resúmenes de Ponencias (Ed.), *IV Congreso Geológico Nacional* (pp. 7–16). San José.
- Streck, M. J. (1994). *Volcanology and Petrology of the Rattlesnake Ash-Flow Tuff, Eastern Oregon*. Oregon State University.
- Streck, M. J., & Grunder, A. L. (1995). Crystallization and welding variations in a widespread ignimbrite sheet; the Rattlesnake Tuff, eastern Oregon, USA. *Bulletin of Volcanology*, 57, 151–169. <https://doi.org/10.1007/BF00265035>

- Streckeisen, A. (1979). Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites, and melilitic rocks: Recommendations and suggestions of the IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks. *Geology*, 7(7), 331–335.
- Szymanski, D. (2007). *Magmatic evolution of ignimbrites in the Bagaces Formation, Guanacaste Province, Costa Rica*. Michigan State University.
- Taylor, S. (1969). Trace element chemistry of andesites and associated calc-alkaline rocks. In: Proc. of the Andesite Conf. (A.R. McBirney, ed.). Oregon: Ed. Univ. Oregon.
- Tournon, J. (1984). *Magmatismes du Mésozoïque à l'actuel en Amérique Centrale: L'exemple de Costa Rica, Des Ophiolites aux Andésites*. Université Pierre et Marie Curie.
- Vásquez, M. (2002). *Geología de la Península de Papagayo, Guanacaste, Costa Rica*. San José.
- Vera, J. (1994). *Estratigrafía: Principios y métodos*. Madrid: Editorial Rueda.
- Vogel, T. A., Patino, L. C., Alvarado, G. E., & Gans, P. B. (2004). Silicic ignimbrites within the Costa Rican volcanic front: Evidence for the formation of continental crust. *Earth and Planetary Science Letters*, 226, 149–159. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2004.07.013>
- Vogel, T. A., Patino, L. C., Eaton, J. K., Valley, J. W., Rose, W. I., Alvarado, G. E., & Viray, E. L. (2006). Origin of silicic magmas along the Central American volcanic front: Genetic relationship to mafic melts. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 156, 217–228. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2006.03.002>
- Walker, G. P. L. (1983). Ignimbrite types and ignimbrite problems. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 17, 65–88.
- Williams, H. (1952). Volcanic history of the Meseta Central, Costa Rica. *Publ. Geologic Sciences*, 65–88.
- Zamora, N., Méndez, J., Barahona, M., & Sjöbohm, L. (2004). Volcano - Estratigrafía asociada al campo de domos de Cañas Dulces, Guanacaste, Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*, 30, 41–58.
- Ziegler, M. (2005). *The ignimbrites of the Bagaces Formation, Santa Rosa National Park, Costa Rica*. Universidad de Kiel.

Capítulo VIII. Apéndices

Apéndices

Apéndice 1. Descripciones de las muestras de mano

Descripciones de muestras de giras y secciones estratigráficas

Muestra	Descripción	Correlación
M2 (385291/ 275188)	Toba. Matriz negra con cristaloclastos de plagioclasa (11%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles anaranjado claro (2%), angulares, de hasta 3 mm. Lavas anaranjadas (3%), angulares a subredondeadas, de hasta 20 mm. Pómez blanca (3%), amorfa, de hasta 3 mm. <i>Fiammes</i> de obsidiana (6%), de hasta 5 x 1 mm. Mala selección con contacto flotante.	Pan de Azúcar
M3 (385942/ 276740)	Toba. Matriz negra, muy meteorizada, con cristaloclastos de plagioclasa (15%), granular, de 2 mm. Líticos no reconocibles rojos claro (1%), angulares, de hasta 5 mm; y anaranjadas (2%), angulares, de hasta 25 mm. Lavas (3%), angulares, hasta 4 mm, algunas con plagioclasa (10%), tabular, menor a 1 mm. <i>Fiammes</i> negros (15%), de hasta 11 x 1 mm. Clastos anaranjados con el centro gris amarillento. Mala selección con contacto puntual a flotante.	Montenegro
M4 (387484/ 278493)	Toba. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, 2 mm. Líticos no reconocibles negros (15%), angulares, de hasta 30 mm. Pómez amarillo claro (3%), amorfa, de hasta 4 mm. <i>Fiammes</i> negros (5%), de hasta 17 x 3 mm. Buena selección con contacto flotante.	Montenegro
M5 (376853/ 298445)	Toba. Matriz café claro con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm. Pómez (40%), anaranjado claro, amorfa, de hasta 40 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de 2 mm. Mala selección con contacto flotante.	Alcántaro
M6 (389021/ 302817)	Toba. Matriz gris claro (roja cuando está meteorizada), con cristaloclastos de plagioclasa (20%), tabular, de hasta 4 mm. Pómez (3%), amarillo verdosa, redondeada, de hasta 5 mm. <i>Fiammes</i> negros (15%), de hasta 100 x 3 mm, con vesículas (5%), de 2 mm de diámetro. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Río Colorado
M7 (380759/ 300983)	Toba. Matriz gris con lavas (<3%), angulares, de hasta 15 mm. Pómez gris (10%), amorfa, de hasta 40 x 20 mm, muy vesiculares. Mala selección con contacto flotante. Muy meteorizada.	Río Colorado
M8 (362739/ 284524)	Toba. Matriz gris con cristaloclastos de plagioclasa (6%), tabular, de 2 mm; y piroxeno (3%), granular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (<1%), angulares, de hasta 1 mm. Pómez amarillenta (5%), amorfa, de hasta 3 mm; y pómez gris oscuro (10%), amorfa, de hasta 25 mm. Mala selección con contacto flotante.	Río Colorado
M9(2) (358599/ 287277)	Toba. Matriz café con lavas cafés (10%), angulares, de hasta 50 mm. Pómez grisácea a amarillenta (60%), amorfa, de hasta 150 mm; y también forman <i>fiammes</i> , de hasta 30 x 4 mm. Mala selección con contacto puntual.	Monte del Barco
M10(2) (358599/ 287277)	Toba. Matriz gris rosado claro con cristaloclastos de plagioclasa (4%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (2%), subredondeados, de hasta 8 mm. Lavas gris verdosas (1%), angulares, de hasta 14 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de hasta 2 mm. Pómez gris (8%), alargada, de hasta 16 x 7 mm; y blanca (20%), rosada (meteorizada), amorfa, de hasta 49 x 11 mm. Mala selección con contacto flotante.	Monte del Barco
M11 (358599/ 287277)	Toba amarillo claro con líticos no reconocibles (5%), angulares, de hasta 16 mm. Materia orgánica (10%), alargada. Mala selección con contacto flotante. Presenta pátinas de color anaranjado.	Monte del Barco
M12 (358599/ 287277)	Toba. Matriz amarillo claro con líticos no reconocibles negros (3%), redondeados, de hasta 4 mm. Pómez blanca (4%), angular, de hasta 2 mm. Materia orgánica (5%), alargada. Vetas blancas (4%), silíceas. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Río Colorado
M13 (358599/	Toba. Matriz negra, vítrea, con cristaloclastos de plagioclasa (7%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles grises (9%), angulares, de hasta 10 mm; y	Río Colorado

287277)	anaranjados (1%), angulares, de hasta 3 mm. Lavas (5%), angulares, de hasta 20 mm, con plagioclasa (30%), tabular, de 2 mm. Pómez amarillo verdosa (3%), amorfa, de hasta 5 mm. <i>Fiammes</i> gris (3%), de hasta 13 x 1 mm. Mala selección con contacto flotante.	
M14 (358599/ 287277)	Toba. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (20%), tabular, de hasta 3 mm. Obsidiana (3%), angular, de hasta 1 mm. Pómez amarillenta (3%), amorfa, de hasta 2 mm, sana es gris claro. <i>Fiammes</i> negros (15%), de hasta 44 x 8 mm, con fenocristales de plagioclasa (7%), tabular, de 1 mm. Buena selección con contacto flotante.	Río Colorado
M18 (358997/ 287261)	Toba. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm; y piroxeno (3%), granular, de 1 mm. Líticos no reconocibles blancos (4%), angulares, de hasta 3 mm; negros (5%), angulares, de hasta 2 mm; y grises (1%), angulares, de hasta 4 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante. Clastos imbricados.	Monte del Barco
M19 (358599/ 287277)	Toba. Matriz negro – café con cristaloclastos de plagioclasa (25%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles gris oscuro (8%), angulares, de hasta 25 mm. Pómez gris claro (30%), amorfa, de hasta 19 x 10 mm. Mala selección con contacto flotante.	Monte del Barco
M20 (361337/ 289667)	Toba. Matriz rosada claro con cristaloclastos de plagioclasa (15%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles grises (3%), subredondeados, de hasta 5 mm. Lavas negras (2%), angulares, de hasta 3 mm. <i>Fiammes</i> blancos (10%), de hasta 25 x 1 mm, algunos son anaranjados. Buena selección con contacto flotante.	Santa Rosa
M21(1) (356765/ 309130)	Toba muy meteorizada. Matriz amarillo claro con cristaloclastos de piroxeno (10%), granular, de 1 mm. Pómez amarilla (40%), redondeada, de hasta 7 mm; cuando está muy meteorizada es anaranjada. Mala selección con contacto puntual. Pátina anaranjado claro.	Limbo I
M21(2) (356765/ 309130)	Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, de 3 mm. Vidrio (1%), angular, de hasta 10 mm. Pómez amarillo claro (15%), alargada, de hasta 6 x 2 mm, con fenocristales piroxeno (20%), granular, menor a 1 mm. Mala selección con contacto flotante. Frente de meteorización de 2 mm, anaranjado.	Limbo I
M22 (356784/ 309152)	Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles (8%), angulares, de hasta 5 mm. Obsidiana (1%), amorfa, de hasta 10 mm. Pómez (5%), amorfa, de hasta 10 mm. <i>Fiammes</i> de pómez (10%), de hasta 25 x 5 mm, con meteorización anaranjada. Mala selección con contacto flotante.	Limbo I
M23 (356853/ 309236)	Toba. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, 1 mm; y piroxeno (6%), granular, de 1 mm. Líticos no reconocibles negros (10%), angulares, de hasta 3 mm. Lavas (3%), angulares, de hasta 6 mm. Pómez gris claro (4%), amorfa, de hasta 10 mm; y pómez blanca (15%), alargada, con el centro amarillo, de hasta 10 x 4 mm. Mala selección con contacto flotante.	Limbo II
M24 (356859/ 309242)	Toba. Matriz gris oscuro con lavas grises (1%), angulares, de hasta 6 mm. Escoria negra (25%), amorfa, de hasta 55 x 34 mm. <i>Fiammes</i> de pómez blanca (8%), de hasta 16 x 3 mm, y negros (3%), de hasta 10 x 4 mm. Mala selección y contacto flotante.	Limbo II
M25 (356873/ 310276)	Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (7%), tabular, de 1 mm; y piroxeno (5%), granular, menor a 1 mm. Líticos negros (5%), angulares, de hasta 4 mm. Pómez gris y amarillo claro (20%), amorfa, de hasta 50 mm. Mala selección con contacto puntual.	Limbo II
M26 (356874/ 309295)	Toba. Matriz gris violácea con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, 1 mm. Pómez blanca (25%), amorfa, de hasta 8 mm; y pómez verde amarillenta (5%), amorfa, de hasta 4 mm. <i>Fiammes</i> de pómez blanca (5%), de hasta 9 x 3	Mata de Caña

	mm. Mala selección con contacto flotante. Pómez blanca rodeada de alteración anaranjada.	
M27 (356849/309341)	Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, de 2 mm. Pómez blanca (20%), amorfa, de hasta 6 mm. <i>Fiammes</i> negros (15%), de hasta 8 x 2 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante. La pómez cambia a color amarillo verdoso y anaranjado, según su grado de meteorización.	Mata de Caña
M29 (356827/309516)	Toba. Matriz café con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles rojos (8%), redondeados, de hasta 2 mm, y anaranjados (1%), angulares, de hasta 1 mm. Pómez amarillo verdoso (6%), amorfa, de hasta 12 x 6 mm. <i>Fiammes</i> anaranjados (1%), de hasta 16 x 1 mm, y rojos (5%), de hasta 15 x 5 mm. Mala selección con contacto flotante.	Mata de Caña
M30(2) (356821/309677)	Toba. Matriz negra con cristaloclastos de plagioclasa (40%), tabular, 4 mm. Pómez verde amarillenta (5%), amorfa, de hasta 5 mm; y anaranjada (15%), amorfa, de hasta 3 mm. Medianamente seleccionada con contacto lineal.	Mata de Caña
M32 (356816/310047)	Toba. Matriz café con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles rojos (2%), angulares, de hasta 12 mm. Pómez blanca (3%), angular, de hasta 6 x 3 mm, y verde amarillenta (8%), amorfa, de hasta 3 mm.	Mata de Caña
M33 (356772/310126)	Toba. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, en cumulitos de 4 mm. Líticos no reconocibles negros (5%), angulares, de hasta 4 mm. Pómez gris (4%), amorfa, de hasta 20 mm; y verde amarillenta (15%), amorfa, de hasta 4 mm. Mala selección con contacto flotante. Alteración anaranjada en pómez y líticos.	Poza Salada
M34 (356743/3100152)	Toba. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (30%), tabular, de 5 mm. Líticos no reconocibles negros (3%), angulares, de hasta 3 mm. Pómez verde amarillenta (10%), amorfa, de hasta 3 mm; y pómez blanca (5%), amorfa, de hasta 9 mm, que se altera a color anaranjado, con plagioclasas epidotizadas. Mala selección con contacto flotante.	Poza Salada
M35 (356652/310206)	Toba. Matriz violácea con cristaloclastos de plagioclasa (20%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles negros (5%), angulares, de hasta 4 mm; y anaranjados (5%), angulares, de hasta 2 mm. Pómez verde amarillenta (8%), amorfa, de hasta 5 mm; y gris (2%), amorfa, de hasta 5 mm. <i>Fiammes</i> negros (10%), de hasta 7 x 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto puntual. Materia orgánica (3%), en bloques angulares, de hasta 10 mm.	Poza Salada
M36 (356623/310250)	Toba. Matriz gris claro, muy meteorizada, con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, menor a 1 mm. Pómez blanca (5%), amorfa, de hasta 2 mm; anaranjada (40%), amorfa, de hasta 20 mm; y verde amarillenta, amorfa, de hasta 150 mm. Mala selección con contacto puntual.	Poza Salada
M37 (356615/310340)	Toba. Matriz roja, muy meteorizada, con cristaloclastos de plagioclasa (15%), arcillitizada, tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (15%), angulares, de hasta 6 mm; y negros (7%), angulares, de hasta 2 mm. Escoria (5%), redondeada, de hasta 30 mm. Pómez amarillo verdoso (5%), amorfa, de hasta 2 mm. Mala selección con contacto flotante.	Santa Rosa
M38 (356546/310461)	Toba. Matriz morada rojiza con cristaloclastos de plagioclasa (15%), tabular, 2 mm, epidotizada. Líticos no reconocibles negros (3%), angulares, de hasta 2 mm. Pómez gris (10%), alargada, de hasta 50 mm; y verde amarillenta (6%), amorfa, de hasta 3 mm, con fenocristales piroxeno (20%), granular, menor a 1 mm. <i>Fiammes</i> blancos (7%), de hasta 12 x 2 mm; y <i>fiammes</i> rojos (1%), de hasta 10 x 2 mm. Mala selección con contacto puntual y flotante.	Santa Rosa
M39 (356509/	Toba. Matriz negra (café meteorizado), con cristaloclastos de plagioclasa (20%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles negros (2%), angulares, de	Santa Rosa

310685)	hasta 4 mm. Lavas (5%), angulares, de hasta 10 mm. Pómez gris (3%), amorfa, de hasta 5 mm; y amarillo verdoso (6%), subangular, de hasta 5 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante. Pátinas anaranjadas y pómez muy meteorizadas, toman color anaranjado.	
M40 (356508/ 310886)	Toba. Matriz gris oscuro, muy meteorizada, con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (5%), redondeados, de hasta 1 mm; y verde amarillento (3%), redondeados, de hasta 3 mm. <i>Fiammes</i> amarillo claro (8%), de hasta 6 x 3 mm; y rosados (2%), de hasta 10 x 3 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Santa Rosa
M41 (356471/ 311599)	Toba. Matriz café rojizo (meteorizada), negra (sana), con cristaloclastos de plagioclasa (15%), tabular, de 4 mm. Lavas (10%), angulares, de hasta 8 mm. Pómez blanca (5%), amorfa, de hasta 3 mm. Mala selección con contacto flotante.	Santa Rosa
M42 (356522/ 311611)	Toba. Matriz gris con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (1%), angulares, de hasta 2 mm, y anaranjados (5%), subredondeados, de hasta 4 mm. Pómez verde amarillenta (8%), amorfa, de hasta 3 mm, y roja (10%), de hasta 14 x 10 mm. Mala selección con contacto flotante.	Santa Rosa
M43(1) (356568/ 311695)	Toba. Matriz rosada con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, 2 mm. Líticos no reconocibles grises (2%), angulares, de hasta 3 mm. Lavas (5%), angulares, de hasta 5 mm, con fenocristales de plagioclasa (15%), tabular, de 1 mm. Pómez gris a verde amarillento (10%), amorfa, de hasta 80 mm; y anaranjada (2%), alargada, de hasta 40 mm. <i>Fiammes</i> verde amarillentos (2%), de hasta 10 x 2 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Santa Rosa
M43(2) (356568/ 311695)	Toba. Matriz café anaranjada, con los mismos componentes, con pómez amorfa, de hasta 20 mm. Contacto neto con la toba siguiente, donde se forma un pseudo vitrófiro negro.	Santa Rosa
M43(3) (356568/ 311695)	Toba. Matriz amarillo verdoso con pómez amarilla (60%), redondeada, de hasta 2 mm. Buena selección con contacto puntual a flotante. Muy meteorizada.	Santa Rosa
M44 (356726/ 311735)	Toba. Matriz gris café con cristaloclastos de plagioclasa (5%), granular, menor a 1 mm, muy meteorizada. Líticos no reconocibles grises a verdes amarillento, meteorizados (6%), redondeados, de hasta 10 mm; y anaranjados (3%), angulares, de hasta 4 mm. Fragmentos de vidrio (5%), angulares, de hasta 4 mm. Pómez blanca (2%), angular, de hasta 4 mm. <i>Fiammes</i> de escoria (9%), negros, de hasta 40 x 8 mm. Mala selección con contacto flotante.	Casona
M45 (359132/ 321141)	Toba. Matriz gris rosado con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, de 2 mm; y piroxeno (2%), granular, de 1 mm. Líticos no reconocibles negros (2%), angulares, de hasta 2 mm; y anaranjados (1%), angulares, de hasta 5 mm. Pómez rosada (6%), amorfa, de hasta 7 mm; y blanca (4%), redondeada, de hasta 2 mm. <i>Fiammes</i> blancos (5%), de hasta 25 x 10 mm; y anaranjados (4%), de hasta 10 x 2 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Santa Rosa
M46 (359080/ 321100)	Toba. Matriz gris blanca con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, menor a 1 mm. Pómez blanca (8%), amorfa, de hasta 2 mm; y verde amarillenta (10%), amorfa, de hasta 4 mm. <i>Fiammes</i> de escoria (6%), de hasta 10 x 2 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Santa Rosa
M47 (359080/ 321100)	Toba. Matriz negra con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 4 mm. Pómez anaranjada (1%), redondeada a amorfa, de hasta 4 mm; y gris (5%), amorfa, de hasta 3 mm. <i>Fiammes</i> negros (5%), de hasta 10 x 3 mm; y grises (4%), de hasta 20 x 6 mm. Medianamente seleccionado con contacto flotante a puntual.	Santa Rosa

M48 (359080/ 321100)	Toba. Matriz amarilla, muy meteorizada, con cristaloclastos de piroxeno (15%), granular, de 1 mm; y plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm. Pómez amarillo - anaranjado (60%), angular, de hasta 10 mm. Medianamente seleccionada con contacto lineal.	Santa Rosa
M49 (359064/ 321079)	Toba. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (4%), tabular, de 1 mm. Lavas negras (3%), angulares, de hasta 6 mm, con fenocristales de plagioclasa (40%), tabular, 3 mm. Pómez blanca - amarillenta (5%), colapsada, de hasta 12 x 4 mm; y gris oscuro (10%), hasta 30 x 8 mm. Pómez gris oscuro, ocasionalmente de hasta 250 mm. Mala selección con contacto flotante.	Poza Salada
M50 (359038/ 321043)	Toba. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (4%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles rojos (<1%), angulares, de hasta 4 mm, y grises (<1%), subangulares, de hasta 10 mm. Lavas (12%), angulares, de hasta 12 mm. Pómez blanca (2%), subredondeada, de hasta 2 mm. <i>Fiammes</i> negros (10%), de hasta 35 x 11 mm. Mala selección con contacto flotante.	Poza Salada
M51 (418497/ 273116)	Techo: Toba. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (7%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles negros (10%), angulares, de hasta 10 mm. Pómez blanca (50 - 70%), angular, de hasta 15 mm, con el centro gris y varían a anaranjado. Mala selección con contacto flotante.	Sandillal
M52 (418497/ 273116)	Toba. Matriz gris claro a oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (35%), tabular, de 3 mm; y piroxeno (1%), granular, de 2 mm. Líticos no reconocibles negros (3%), angulares, de hasta 4 mm; y anaranjados (1%), angulares, de hasta 2 mm. Pómez amarillo verdoso (2%), amorfa, de hasta 6 mm; y gris oscuro (3%), angulares, de hasta 13 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Sandillal
M53 (418497/ 273116)	Toba. Matriz café anaranjada con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 1 mm. Pómez blanca (6%), angular, de hasta 3 mm. <i>Fiammes</i> escoriáceos anaranjados (15%), de hasta 19 x 3 mm. Buena selección con contacto flotante. Sin meteorización: Toba. Matriz negro - café, con brillo vítreo y fenocristales de plagioclasa (25%), tabular, de 3 mm. Escoria (1%), amorfa, de hasta 7 mm. Buena selección con contacto flotante. Frente de meteorización anaranjado de 6 mm.	Sandillal
M54 (398440/ 275205)	Toba. Matriz negra - café, brillo vítreo y cristaloclastos de plagioclasa (25%), tabular, de 3 mm. Escoria (1%), amorfa, de hasta 7 mm. Buena selección con contacto flotante. Frente de meteorización anaranjado de 6 mm.	Cañas
M55 (398440/ 275205)	Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles grises (2%), subangulares, de hasta 2 mm. Lavas negras (3%), angulares, de hasta 4 mm, con fenocristales de plagioclasa (60%), tabular, de 1 mm. Vidrio (6%), angular, de hasta 4 mm. Pómez blanca (4%), angular, de hasta 5 mm; y verde amarillenta (1%), redondeada, de hasta 1 mm. <i>Fiammes</i> de pómez blanca (7%), de hasta 13 x 2 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante. Frente de meteorización de 2 mm.	Cañas
M56 (396964/ 274004)	Toba. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (15%), tabular, 2 mm. Vidrio (2%), angular, 5 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (1%), redondeados, 2 mm. <i>Fiammes</i> negros (5%), 3,6 x 0,4 cm, 2 x 0,2 cm. Buena selección, con contacto flotante. Borde de la roca negro. Manchas blancas (6%), irregulares, de hasta 8 mm, parece ceniza.	Río Colorado
M57 (396668/ 273977)	Toba. Matriz negra vidriosa, (casi vitrófiro), con cristaloclastos de plagioclasa (40%), tabular, de hasta 2 mm. Líticos grises (4%), angulares, de 1 cm. Lavas (1%), angulares, de hasta 5 mm, con fenocristales de plagioclasa (40%), alargada, menor 1 mm. <i>Fiammes</i> negros (7%), de 42 x 3 mm, con fenocristales de plagioclasa (15%), tabular, de hasta 3 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Pan de Azúcar

M58 (398224/ 274653)	Toba. Matriz gris con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, de 1 mm. Lavas (3%), redondeadas, de hasta 10 mm, con borde blanco y fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, menor 1 mm. Escoria (6%), amorfa, de hasta 20 mm, con fenocristales de plagioclasa (4%), tabular, de 2 mm y presenta un frente de meteorización anaranjado de hasta 2 mm. <i>Fiammes</i> anaranjados (12%), de hasta 8 x 3 mm; y <i>fiammes</i> de escoria (25%), de hasta 75 x 20 mm, cambian a obsidiana, con fenocristales de plagioclasa (6%), tabular, de 3 mm. Mala selección con contacto flotante.	Montenegro
M59 (398539/ 271484)	Toba. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (6%), tabular, de 2 mm. Lavas grises (2%), andesíticas, subredondeadas, de hasta 6 mm. Pómez blanca (1%), amorfa, de hasta 3 mm. <i>Fiammes</i> negros (20%), con fenocristales de plagioclasa (35%), tabular, de hasta 2 mm. Buena selección con contacto flotante.	Pan de Azúcar
M60 (399303/ 272909)	Toba. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (4%), tabular, de hasta 2 mm. Líticos no reconocibles blancos a grises (3%), angulares, de hasta 2 mm; y café claro (1%), angulares, de hasta 2 mm. Escoria negra (15%), amorfa, de hasta 90 x 52 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de hasta 3 mm. Pómez anaranjada (4%), amorfa, de hasta 3 mm. <i>Fiammes</i> gris oscuro (3%), de hasta 12 x 4 mm. Mala selección con contacto flotante.	Pan de Azúcar
M62 (396929/ 268832)	Lava negra de textura afanítica porfirítica con vesículas (40%), alargadas, rellenas de zeolitas y fenocristales plagioclasa (3%), tabular, menor a 1 mm. Pátina anaranjada.	Pelón de la Bajura
M63 (395105/ 277511)	Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles grises (5%), subangulares, de hasta 5 mm; negros (7%), angulares, de hasta 7 mm; y rojos, angulares, de hasta 200 mm. Pómez blanca (3%), redondeada, de hasta 6 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Rama de Nance
M64 (394233/ 276669)	Toba. Matriz gris violácea con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (3%), subangulares, de hasta 7 mm. Lavas negras (15%), angulares, de hasta 4 mm. Pómez blanca (25%), angular, de hasta 57 x 33 mm. Mala selección con contacto flotante.	Montenegro
M65 (394353/ 275496)	Lava negra de textura afanítica porfirítica con vesículas (1%), amorfas, de 4 mm y fenocristales de plagioclasa (20%), tabular, 7 mm; y piroxeno (5%), tabular, de hasta 8 mm. Presenta pátinas verdes y anaranjadas.	Pelón de la Bajura
M66 (393640/ 274585)	Toba. Matriz gris café con cristaloclastos de plagioclasa (15%), tabular, de 1 mm. Líticos grises (6%), angulares, de 12 mm; y negros (3%), con borde anaranjado, redondeados, de 3 mm. Escoria (5%), amorfa, de 15 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de 1 mm. <i>Fiammes</i> de pómez gris oscuro (6%), de hasta 31 x 3 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Pan de Azúcar
M67 (393570/ 274505)	Toba. Matriz con variedad de colores (rojo, gris oscuro, café claro), con cristaloclastos de plagioclasa (6%), tabular, de hasta 2 mm, forma cumulitos. Líticos blancos (2%), angulares, de 3 mm. Pómez amarillenta (1%), redondeada, de 1 mm. <i>Fiammes</i> negros (5%), de hasta 5 x 1 mm. Buena selección con contacto flotante.	Río Colorado
M68(2) (394185/ 272814)	Toba. Matriz gris café con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm. Líticos cafés (1%), angulares, de hasta 5 mm. Andesitas negras (4%), subredondeados, de hasta 4 mm. Escoria negra (15%), amorfa, de hasta 6,3 cm, con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, de 1 mm. Pómez anaranjada (3%), fibrosa, subredondeada, de hasta 8 mm. <i>Fiammes</i> anaranjados (5%), fibrosos, de 5 x 3 mm; y negros (12%), de 12 x 2 mm, con	Montenegro

	fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de 2 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	
M69 (386707/ 272436)	Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (8%), tabular, de 1 mm. Pómez blanca (6%), amorfa, de 2 mm. <i>Fiammes</i> negros (4%), de hasta 10 x 1 mm. Buena selección con contacto flotante.	Río Colorado
M70 (397176/ 266382)	Lava negra de textura afírica con fenocristales de plagioclasa (<1%), tabular, de 1 mm. Frente de meteorización anaranjado de 1 mm. Manchas anaranjadas (< 1%), amorfas, de hasta 2 mm; y blancas (4%), alargadas, de 14 mm, por arcillitización.	Pelón de la Bajura
M71 (387475/ 278481)	Toba. Matriz gris opaco con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, de 1 mm. Líticos grises (2%), subredondeados, de hasta 4 mm; y cafés (1%), angulares, de 2 mm. Pómez anaranjada (2%), oxidada, de 3 mm. <i>Fiammes</i> negros (15%), vítreos, de hasta 77 x 4 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante. Bordes negros.	Río Colorado
M72 (386156/ 276637)	Lava negra de textura afanítica porfírica, con fenocristales de plagioclasa (4%), tabular, de 1 mm. Manchas blancas, por arcillitización y verde amarillento.	Pelón de la Bajura
M73(1) (388036/ 269926)	Toba. Matriz café claro con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 1 mm. Líticos negros (1%), angulares, de hasta 3 mm. Pómez blanca (3%), redondeada, de hasta 4 mm. <i>Fiammes</i> negros (15%), de hasta 33 x 6 mm, y café (4%), de hasta 9 x 1 mm. Buena selección con contacto flotante.	Montenegro
M73(2) (388036/ 269926)	Toba. Matriz amarillenta con cristaloclastos de plagioclasa (2%), tabular, de 1 mm. Líticos negros (3%), angulares, menores a 1 mm. Pómez blanca (30%), amorfa, de hasta 8 mm. Materia orgánica (5%), irregular, de hasta 5 mm. Mala selección con contacto flotante.	Montenegro
M73(3) (388036/ 269926)	Toba. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles amarillos (10%), angulares, de hasta 3 mm. Lavas andesíticas (5%), angulares, de hasta 4 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, menor a 1 mm. Obsidiana (10%), alargada, de hasta 3 mm. <i>Fiammes</i> negros escoriáceos (20%), alargados, de hasta 22 x 2 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de hasta 2 mm. Mala selección con contacto puntual. Agregados cristalinos (<1%), redondeados, de hasta 2 mm.	Montenegro
M75 (406332/ 261683)	Lava gris celeste de textura afanítica porfírica y fenocristales de plagioclasa (15%), tabular, 3 mm y cristales verdes muy oscuros (5%), tabulares, de 2 mm. Frente de meteorización negro de hasta 4 mm, pátinas anaranjadas y manchas blancas.	Pelón de la Bajura
M76(3) (414842/ 266733)	Toba. Matriz rosado claro con cristaloclastos de plagioclasa (10%), granular, de hasta 1 mm. Líticos no reconocibles negros (5%), angulares, de hasta 1 mm. Pómez (70%), amorfa, de hasta 200 mm, con fenocristales de biotita (5%), hexagonal, de hasta 2 mm, y plagioclasa (10%), tabular, de hasta 1 mm. Mala selección con contacto flotante.	Alto Mirador
M76(4) (414842/ 266733)	Lava negra de textura afanítica porfírica, con fenocristales de plagioclasa (13%), tabular, de 3 mm, forman cumulitos y piroxeno (<1%), granular, de 1 mm. Frente de meteorización gris claro de 1 mm Pátinas anaranjadas. Arcillitización.	Alto Mirador
M78(2) (411848/ 273437)	Toba. Matriz café claro (mojado) con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles rojos (1%), subredondeados, de hasta 8 mm. Lavas negras (8%), angulares, de hasta 2 mm. Pómez blanca (30%), amorfa, de hasta 15 mm. Mala selección con contacto flotante.	Cañas
M79(2) (412246/	Toba. Matriz café claro (mojado) con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, 1 mm; y piroxeno (< 1%), granular, menor a 1 mm. Lavas negras (4%),	Cañas

274829)	angulares, de hasta 2 mm. Pómez blanca a café claro (25%), redondeadas, de hasta 12 mm. Mala selección con contacto flotante.	
M80 (401691/ 277484)	Toba. Matriz rosada con fenocristales de plagioclasa (8%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (3%), redondeados, de hasta 8 mm, y negros (2%), redondeados, de hasta 3 mm. Pómez blanca (15%), redondeada, de hasta 20 x 17 mm. Mala selección con contacto flotante. Frente de meteorización negro de 4 mm.	Río Colorado
M82 (405839/ 278392)	Toba. Matriz café claro a rosáceo con líticos no reconocibles rojos (<1%), subredondeados, de hasta 2 mm. Lavas negras (12%), angulares, de hasta 2 mm. Pómez café claro (30%), redondeada, de hasta 17 mm. Mala selección con contacto flotante.	Cañas
M83(2) (396935/ 267948)	Toba. Matriz gris claro con líticos gris claro (8%), pátinas anaranjado claro, angulares, de 34 mm. Pómez anaranjada (15%), alargada, de 31 x 8 mm; negra (20%), alargada, de 55 x 30 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, 2 mm; gris (12%), alargada, de 15 x 7 mm; y blanca (10%), alargada, de 9 x 4 mm. Mala selección con contacto puntual a lineal.	Alto Mirador
M84 (397035/ 267947)	Toba. Matriz gris violácea con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, de 1 mm. Líticos negros (5%), angulares, de hasta 9 mm; y rojos (2%), angulares, de hasta 23 mm. Lava negra (1%), angular, de hasta 13 mm, con fenocristales de plagioclasa (20%), tabular, de 1 mm. Escoria negra (10%), amorfa, de hasta 93 mm. Pómez blanca (7%), subangular, de hasta 7 mm; gris (12%), subredondeada, de hasta 22 mm; y anaranjada (15%), subredondeada, de hasta 12 mm. Mala selección con contacto flotante.	Alto Mirador
M85 (398813/ 269075)	Toba. Matriz café claro con líticos negros (10%), subredondeados, de 4 mm; y rojos (2%), subredondeados, de 2 mm. Pómez blanca (28%), fibrosa, alargada a amorfa, de hasta 48 x 17 mm, con piroxeno (<5%), granular, menor a 1 mm. Mala selección con contacto flotante a puntual.	Alto Mirador
M86(2) (398734/ 277474)	Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles negros (3%), angulares, de hasta 7 mm; y verde amarillento (5%), angulares, de hasta 7 mm. Pómez gris oscuro (35%), subredondeada, de hasta 38 x 11 mm; y blanca (7%), subangular, de hasta 8 x 4 mm. Mala selección con contacto flotante.	Cañas
M87 (364054/ 280055)	Toba. Matriz gris claro rosácea con cristaloclastos de plagioclasa (15%), tabular, 2 mm. Líticos rojos (2%), angulares, de hasta 5 mm. Escoria negra (1%), amorfa, de hasta 9 mm. <i>Fiammes</i> gris oscuro (3%), de 21 x 3 mm. Buena selección con contacto flotante. Frente de meteorización blanco de hasta 2 mm.	Río Colorado
M88 (380673/ 301191)	Toba. Matriz violácea con cristaloclastos de plagioclasa (1%), tabular, de 2 mm. Pómez verde amarillenta (2%), amorfa, de hasta 3 mm. <i>Fiammes</i> blancos (33%), vesiculares, de hasta 50 x 7 mm. Buena selección con contacto flotante.	Alcántaro
M90 (364447/ 315418)	Toba. Matriz gris café con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, de 2 mm. Líticos negros (4%), angulares, de hasta 4 mm. Pómez blanca (6%), subangular, de hasta 9 mm; y anaranjada (20%), amorfa, de hasta 32 mm, con fenocristales de biotita (5%), granular, de 2 mm. Mala selección con contacto flotante.	Río Colorado
M91 (355818/ 325718)	Toba. Matriz blanca con cristaloclastos de plagioclasa (6%), tabular, de 1 mm; y piroxeno (4%), tabular, menor a 1 mm; y vesículas (8%), borde anaranjado, redondeadas, de hasta 3 mm, rellenas de cuarzo. Buena selección con contacto flotante.	Cuajiniquil
M92 (357460/ 332738)	Toba. Matriz gris claro con lavas andesíticas verdes (8%), angulares, de hasta 12 mm, con fenocristales de plagioclasa (25%), tabular, de 2 mm. Pómez blanca (10%), pasa a rosada por meteorización, amorfa, de hasta 21 x 14 mm. <i>Fiammes</i> anaranjados (3%), de hasta 16 x 2 mm; y <i>fiammes</i> negros (<1%), de hasta 1 x < 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Cuajiniquil

M93 (357655/ 332339)	Toba. Matriz blanca con cristaloclastos de plagioclasa (4%), tabular, de 1 mm y piroxeno (1%), tabular, de 2 mm. Líticos anaranjados (1%), angulares, de hasta 3 mm; y negros (<1%), angulares, de hasta 2 mm. Pómez blanca (9%), rosada y anaranjada meteorizada, amorfa, de hasta 20 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Cuajiniquil
M94 (356973/ 325643)	Toba. Matriz negra con cristaloclastos de plagioclasa (20%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (<2%), subredondeados, de hasta 2 mm. Obsidiana (8%), angular, de hasta 4 mm. Escoria anaranjada (8%), angular, de hasta 4 mm. Medianamente seleccionada con contacto puntual.	Río Colorado
M96 (359943/ 336178)	Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (4%), tabular, de 2 mm. Lavas andesíticas (<1%), angulares, de hasta 5 mm, con fenocristales de plagioclasa (20%), tabular, de 1 mm. Pómez gris oscuro (7%), alargada, de hasta 19 x 7 mm, fibrosa; y amarillo verdoso (1%), redondeada, de hasta 3 x 2 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante. Frente de meteorización amarillo claro de hasta 3 mm y vetas anaranjadas menores a 1 mm.	Río Colorado
M97 (360112/ 327859)	Toba. Matriz gris amarillento con cristaloclastos de plagioclasa (<1%), tabular, menor a 1 mm. Líticos negros (6%), angulares, de hasta 5 x 2 mm. Lavas andesíticas (1%), angulares, de hasta 7 mm, con fenocristales de plagioclasa (15%), tabular, de 1 mm. Pómez blanca (2%), amorfa, de hasta 6 x 3 mm; pómez anaranjado claro (1%), alargada, de hasta 8 x 5 mm; y pómez amarillo verdosa (<1%), redondeada, de hasta 2 x 2 mm. <i>Fiammes</i> rosados (2%), de hasta 16 x 4 mm, fibrosos; <i>fiammes</i> gris claro (1%), de hasta 45 x 17 mm, silicificados y <i>fiammes</i> gris oscuro (3%), de hasta 25 x 6 mm. Mala selección con contacto flotante.	Montenegro
M98 (360114/ 327859)	Toba. Matriz negra (mojada), muy meteorizada con lavas andesíticas (<1%), angulares, de hasta 6 mm, con fenocristales de plagioclasa (15%), tabular, de hasta 1 mm. Obsidiana (<1%), angular, de hasta 5 x 3 mm. Escoria negra (3%), alargada, de hasta 18 x 8 mm. Pómez amarillo claro (6%), alargada, de hasta 4 x 2 mm; y anaranjada (8%), redondeada, de hasta 3 x 2 mm. Mala selección con contacto flotante.	Río Colorado
M99 (360153/ 327559)	Toba. Matriz gris café con cristaloclastos de plagioclasa (6%), tabular, de 1 mm. Líticos gris oscuro (<1%), angulares, de hasta 7 x 3 mm, silicificados. <i>Fiammes</i> gris claro (<1%), de hasta 8 x 1 mm, silicificados; y negros de vidrio (10%), de hasta 35 x 8 mm y algunas vesículas rellenas de cuarzo. Medianamente seleccionada con contacto flotante. Frente de meteorización anaranjado de hasta 1 cm.	Río Colorado
M100 (359993/ 327433)	Toba. Matriz gris café con cristaloclastos de plagioclasa (7%), tabular, de 2 mm. Líticos rojo claro (5%), angulares, de hasta 13 mm. Pumíticos verde amarillento (<1%), alargados, de hasta 2 x 1 mm. <i>Fiammes</i> vítreos (20%), de hasta 38 x 9 mm, se vuelven escoriáceos con vesículas rellenas de cuarzo. Mala selección con contacto flotante. Frente de meteorización menor a 1 mm.	Río Colorado
M101 (359753/ 329345)	Toba. Matriz gris violácea con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, de 1 mm. Lavas andesíticas (<1%), angulares, de hasta 11 mm, con fenocristales de plagioclasa (25%), tabular, de 2 mm. Pumíticos gris oscuro (3%), subredondeados, de hasta 12 x 8 mm, fibrosos; y gris claro (2%), angulares, de hasta 8 x 3 mm, fibrosos. Medianamente seleccionada con contacto flotante. Presenta manchas anaranjadas.	Río Colorado
M102 (359725/ 329315)	Toba. Matriz gris violácea con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocidos negros (<1%), angulares, de hasta 3 mm; y grises (<1%), angulares, de hasta 3 x 1 mm. <i>Fiammes</i> grises (3%), de hasta 8 x 4 mm. Buena selección con contacto flotante. Trama eutaxítica y frente de meteorización anaranjado menor a 1 mm.	Montenegro

M103 (355613/ 315538)	Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (6%), tabular, de hasta 2 mm. Líticos no reconocibles negros (<1%), amorfos, de hasta 1 mm. Pómez verde amarillenta (1%), amorfa, de hasta 1 mm; y amarillenta (2%), alargada, de hasta 5 mm. Mediana selección con contacto flotante.	Cuajiniquil
M109 (396423/ 268043)	Lava afírica negra con fenocristales de piroxeno (<1%), tabular, de 4 mm. Frente de meteorización anaranjado, menor a 1 mm. Arcillitización. Pátinas moradas y azuladas.	Pelón Bajura

Descripciones de muestras donadas

Muestra	Descripción	Correlación
Ma-1 (392578/ 272902)	Toba. Matriz rosado claro con cristaloclastos de plagioclasa (<1%), granular, de 2 mm. Pómez rosado claro (15%), amorfa, de hasta 5 mm; amarillo verdoso (3%), amorfa, de hasta 3 mm, algunas alargadas y anaranjada (6%), amorfa, de hasta 4 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Cañas
Ma-2 (389183/ 279837)	Toba. Matriz café claro con líticos no reconocibles blancos (1%), redondeados, de hasta 5 mm; y anaranjados (4%), redondeados, de hasta 4 mm. Obsidiana (2%), angular, de hasta 4 mm. Pómez negra (7%), amorfa, de hasta 45 mm. Mala selección con contacto flotante.	Cañas
Ma-3 (355545/ 292175)	Toba. Matriz rosado claro con cristaloclastos de plagioclasa (1%), alargada, menor a 1 mm. Lavas negras (2%), angulares, 6 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (4%), angulares, de hasta 10 mm. Pómez gris claro (8%), redondeada, de hasta 45 mm; y rojo claro (1%), redondeada, de hasta 5 mm. <i>Fiammes</i> blancos (6%), de hasta 22 x 7 mm y rojo claro (1%), de hasta 8 x 3 mm. Mala selección con contacto puntual a flotante. Pómez gris claro cambia a tonos amarillentos.	Limbo II
Ma-4 (367191/ 304786)	Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (8%), tabular, de hasta 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (10%), redondeados, de hasta 2 mm; y blancos (3%), redondeados, de hasta 3 mm. Lavas negras (4%), subangulares, de hasta 22 mm. Pómez verde amarillenta (1%), redondeada, menor a 1 mm. <i>Fiammes</i> rosados (4%), de hasta 22 x 4 mm; y gris oscuro (8%), de hasta 15 x 3 mm. Mala selección con contacto flotante.	Río Colorado
Ma-5 (389816/ 277559)	Toba. Matriz café claro con cristaloclastos de plagioclasa (6%), tabular, 2 mm. Líticos no reconocibles negros (5%), angulares, de hasta 6 mm. Pómez blanca (1%), redondeada, de hasta 2 mm. <i>Fiammes</i> negros (2%), de hasta 3 x < 1 mm; y blancos (3%), de hasta 10 x 3 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Montenegro
Ma-6 (365057/ 285033)	Toba. Matriz gris violácea con lavas (2%), alargadas, de hasta 6 mm. Pómez anaranjada (10%), amorfa, de 3 mm; y blanca (6%), redondeada, de hasta 3 mm. <i>Fiammes</i> gris (8%), de hasta 9 x 4 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Montenegro
Ma-7 (367781/ 303474)	Toba. Matriz gris rosada con líticos no reconocibles anaranjados (4%), redondeados, de hasta 3 mm, y negros (2%), angulares, de hasta 10 mm. Lavas rojas (5%), subredondeadas, de hasta 14 x 10 mm. Pómez blanca (3%), amorfa, de hasta 5 x 3 mm. Mala selección con contacto flotante.	Río Colorado
Ma-8 (360046/ 324352)	Toba. Matriz café claro con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, 2 mm. Líticos no reconocibles anaranjado oscuro (2%), irregulares, de hasta 2 mm. Lavas amarillo verdoso (3%), angulares, de hasta 8 mm. Escoria negra (7%), irregular, de hasta 13 mm. Pómez anaranjado claro (3%), irregular, de hasta 3 mm. <i>Fiammes</i> negros (4%), de hasta 14 x 5 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Río Colorado
Ma-9 (367442/ 303438)	Toba. Matriz gris con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, 2 mm y piroxeno (<1%), granular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles rojos (1%), irregulares, de hasta 7 mm. Lavas negras (8%), angulares, de hasta 16 mm. Pómez anaranjada (9%), irregular, de hasta 1 mm. <i>Fiammes</i> negros (4%), 8 x 1 mm. Mala selección con contacto flotante.	Río Colorado
Ma-10 (359253/ 320236)	Toba. Matriz café grisáceo con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles negros (3%), subangulares, de hasta 3 mm y anaranjados (2%), subredondeados, de hasta 3 mm. <i>Fiammes</i> anaranjados (20%), 42 x 12 mm. Buena selección con contacto flotante.	La Casona

Ma-11 (366325/ 317303)	Toba. Matriz violácea con cristaloclastos de plagioclasa (6%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (2%), irregulares a subredondeados, de hasta 7 mm. Lavas negras (5%), angulares, de hasta 10 mm, con fenocristales de plagioclasa (15%), tabular, menor a 1 mm. <i>Fiammes</i> blancos (3%), de hasta 10 x 2 mm; negros (8%), de hasta 38 x 6 mm y anaranjados (7%), de hasta 17 x 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Río Colorado
Ma-13 (365097/ 296515)	Toba. Matriz gris violácea con cristaloclastos de plagioclasa (2%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (18%), angulares, de hasta 23 mm. Lavas (5%), angulares, de hasta 31 mm. Pómez amarillo verdosa (4%), redondeada, de hasta 3 mm. <i>Fiammes</i> gris oscuro (15%), de hasta 36 x 6 mm. Mala selección con contacto flotante a puntual.	Santa Rosa
Ma-14 (351781/ 290199)	Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de piroxeno (2%), tabular, menor a 1 mm y plagioclasa (3%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles grises (4%), redondeados, de hasta 12 mm. <i>Fiammes</i> verde amarillento (9%), 7 x 3 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante. Manchas negras y anaranjadas.	Santa Rosa
Ma-15 (352290/ 289802)	Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (6%), tabular, de hasta 1 mm. Líticos no reconocibles negros (1%), angulares, de hasta 2 mm. Pómez blanca (1%), redondeada, de hasta 5 mm. <i>Fiammes</i> blancos (7%), de hasta 7 x 1 mm y negros (15%), de hasta 4 x 1 mm. Buena selección con contacto flotante.	Santa Rosa
Ma-16 (361706/ 298397)	Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles negros (1%), angulares, de hasta 2 mm y anaranjados (4%), angulares, de hasta 8 mm. Pómez amarillo verdosa (1%), irregular, de hasta 3 mm. <i>Fiammes</i> de pómez rojo claro (2%), de hasta 16 x 6 mm y negros (10%), de hasta 6 x 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Santa Rosa
Ma-17 (355583/ 300325)	Toba. Matriz rosado claro con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles negros (4%), subredondeados, de hasta 2 mm. Pómez blanca (2%), irregular, de hasta 3 mm y anaranjada (3%), irregular, de hasta 1 mm. <i>Fiammes</i> blancos (7%), de hasta 6 x 1 mm y anaranjados (9%), de hasta 7 x <1 mm. Bien seleccionada con contacto flotante.	Santa Rosa
Ma-18 (363903/ 297128)	Toba. Matriz violácea con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (4%), angulares, de hasta 4 mm. Lavas negras (3%), angulares, de hasta 3 mm. Pómez blanca (4%), irregular, de hasta 5 mm. <i>Fiammes</i> blancos (7%), de hasta 40 x 8 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Santa Rosa
Ma-19 (356504/ 337495)	Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (8%), tabular, de 2 mm y piroxeno (5%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles negros (1%), angulares, de hasta 2 mm y anaranjados (1%), redondeados, de hasta 1 mm. Pómez blanca (4%), irregular, de hasta 4 mm. <i>Fiammes</i> blancos (2%), de hasta 4 x 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Cuajiniquil
Ma-20 (354667/ 326333)	Toba. Matriz gris claro con pómez blanca (6%), irregular, de hasta 3 mm y anaranjada (2%), redondeada, de hasta 3 mm. <i>Fiammes</i> negros (8%), 8 x 1 mm. Bien seleccionada con contacto flotante.	Cuajiniquil
Ma-21 (360302/ 296800)	Toba. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm. Lavas gris claro (2%), angulares, de hasta 6 mm. Pómez amarillo verdoso (2%), redondeada, de hasta 1 mm. <i>Fiammes</i> gris (2%), de hasta 9 x 2 mm; amarillos de pómez (3%), de hasta 27 x 6 mm, y anaranjados (1%), de hasta 4 x 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Río Colorado
Ma-22 (354815/	Toba. Matriz violácea con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles negros (1%), angulares, de hasta 3 mm. Pómez	Río Colorado

326036)	blanca (6%), redondeada, con el centro anaranjado, de hasta 3 mm y anaranjada (10%), redondeada, de hasta 2 mm. <i>Fiammes</i> negros (12%), 16 x 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	
Ma-23 (353114/ 290834)	Toba. Matriz gris morada con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm. Lavas gris claro (2%), angulares, de hasta 10 mm. Pómez amarillenta (1%), redondeada, de hasta 5 mm y gris morada (1%), subredondeada, de hasta 5 mm. <i>Fiammes</i> negros (15%), de hasta 30 x 7 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de 2 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Poza Salada
Ma-24 (352062/ 288727)	Toba. Matriz negra violácea con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (2%), angulares, de hasta 3 mm y grises (2%), angulares, de hasta 3 mm. Pómez verde amarillenta (3%), redondeada, de hasta 1 mm. <i>Fiammes</i> negros (15%), 9 x 1 mm. Buena selección con contacto flotante.	Río Colorado
Ma-25 (365854/ 301965)	Toba. Matriz negra a café oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (40%), tabular, de hasta 3 mm. Líticos no reconocibles grises (2%), angulares, de hasta 5 mm, y anaranjados (1%), amorfos, de hasta 2 mm. Pómez blanca (1%), irregular, de hasta 3 mm. <i>Fiammes</i> negros (7%), de hasta 16 x 1 mm. Buena selección con contacto flotante.	Río Colorado
Ma-26 (358721/ 293743)	Toba. Matriz café oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (<5%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles grises (1%), angulares, de hasta 2 mm. Lavas gris oscuro (1%), angulares, de hasta 11 mm. Pómez anaranjada (2%), irregular, de hasta 1 mm. <i>Fiammes</i> negros (10%), de hasta 19 x 2 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Río Colorado
Ma-27 (362814/ 284558)	Toba. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (6%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles negros (4%), angulares, de hasta 7 mm. Pómez anaranjada (2%), redondeada, de hasta 1 mm y verde amarillenta (1%), redondeada, de hasta 2 mm. <i>Fiammes</i> negros (10%), de hasta 10 x 3 mm y anaranjados (2%), de hasta 4 x 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Río Colorado
Ma-28 (359690/ 321794)	Toba. Matriz gris rosada con cristaloclastos de plagioclasa (6%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles rojos (1%), subredondeados, de hasta 4 mm, y anaranjados (11%), subredondeados, de hasta 7 mm. Lavas con bordes anaranjados (4%), angulares, de hasta 6 mm. <i>Fiammes</i> negros (15%), con manchas rojas y posible plagioclasa arcillitizada (60%), de hasta 23 x 4 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Río Colorado
Ma-29 (371674/ 286646)	Toba. Muy meteorizada, con flames grises con bordes negros, 6x0,4 cm y anaranjados, 3,8x1,2 cm.	Río Colorado
Ma-30 (365494/ 290113)	Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles negros (4%), irregulares, de hasta 7 mm. Lavas gris verdosas (5%), redondeadas, de hasta 8 mm, con fenocristales de plagioclasa (20%), tabular, de 2 mm. Pómez blanca (2%), redondeada, de hasta 3 mm. <i>Fiammes</i> blancos (3%), de hasta 8 x 2 mm, y gris oscuro (6%), de hasta 21 x 7 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante. Lavas cambian a tonos verdosos más fuertes. Los componentes muestran dirección de flujo.	Montenegro
Ma-31 (389415/ 277067)	Toba. Matriz gris café con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles negros (1%), angulares, de hasta 4 mm. Lavas (2%), angulares, de hasta 8 mm. Pómez blanca (2%), amorfa, de hasta 8 mm, y anaranjada (1%), irregular, de hasta 1 mm. <i>Fiammes</i> de pómez negra (20%), de hasta 55 x 25 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Montenegro

Ma-32 (365350/ 289086)	Toba. Matriz gris rosada con líticos no reconocibles anaranjados (6%), subredondeados, de hasta 13 mm y amarillos con bordes blancos (2%), redondeados, de hasta 9 mm. Lavas negras (3%), angulares, de hasta 13 mm, con fenocristales de plagioclasa (30%). <i>Fiammes</i> gris claro a blancos (5%), de hasta 16 x 3 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Montenegro
Ma-33 (388889/ 276940)	Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (7%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles negros (2%), subangulares, de hasta 3 mm. Escoria negra (2%), redondeada, de hasta 11 mm. Pómez verde amarillenta (3%), irregular, de hasta 2 mm, y anaranjada (1%), redondeada, de hasta 3 mm. <i>Fiammes</i> de pómez blanca (1%), de hasta 4 x 2 mm; de pómez verde amarillenta (1%), de hasta 4 x 1 mm; de pómez anaranjada (1%), de hasta 5 x 1 mm; de pómez gris oscuro (3%), de hasta 25 x 9 mm y negros (8%), de hasta 41 x 9 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Río Colorado
Ma-34 (371292/ 295198)	Toba. Matriz violácea con <i>fiammes</i> grises (10%), de hasta 12 x 2 mm, con fenocristales de plagioclasa (20%), tabular, de 2 mm, tiene bordes negros de 1 mm. *Falta, pero está muy meteorizada.	Montenegro
Ma-35 (403778/ 263084)	Toba. Matriz gris claro con líticos no reconocibles grises muy claros (8%), angulares, de hasta 14 mm. Vidrio (2%), subredondeado, de hasta 2 mm. <i>Fiammes</i> gris oscuro a negro (25%), de hasta 16 x 3 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Pan de Azúcar
Ma-36 (357400/ 295300)	Toba. Matriz café muy oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (17%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles rosados (1%), angulares, de hasta 2 mm. Lavas negras (2%), subredondeadas, de hasta 6 mm. Pómez verde amarillenta (1%), amorfa, de hasta 2 mm. <i>Fiammes</i> negros de vidrio (15%), de hasta 41 x 3 mm, con plagioclasa (10%), tabular, de 3 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Poza Salada
Ma-37 (356302/ 293004)	Toba. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles gris oscuro (2%), angulares, de hasta 11 mm, y anaranjados (2%), redondeados, de hasta 6 mm. Lavas (1%), amorfas, de hasta 9 mm. Pómez gris claro (5%), irregular, de hasta 9 mm. <i>Fiammes</i> negros (15%), de hasta 25 x 5 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de 2 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Poza Salada
Ma-38 (361211/ 389441)	Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles negros (2%), cambian a verde amarillento con la meteorización, subredondeados, de hasta 9 mm y grises (4%), redondeados, de hasta 3 mm. <i>Fiammes</i> grises (6%), de hasta 14 x 2 mm y negros (5%), de hasta 10 x 2 mm. Buena selección con contacto flotante.	Poza Salada
Ma-39 (357353/ 295254)	Toba. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (15%), tabular, de 1 mm. Lavas grises (6%), angulares, de hasta 6 mm, algunas con tonos anaranjados. Pómez blanca (4%), redondeada, de hasta 3 mm. <i>Fiammes</i> negros de vidrio (13%), de hasta 21 x 3 mm y anaranjados (4%), de hasta 6 x 2 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Poza Salada
1-28-1-15 (351990/ 288608)	Toba. Matriz rosado oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (4%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles negros (2%), redondeados, de hasta 1 mm. Pómez blanca (8%), irregular, de hasta 3 mm. <i>Fiammes</i> rosado oscuro (17%), de hasta 10 x 1 mm. Buena selección con contacto flotante. Pómez cambia a amarillo y anaranjado según el grado de meteorización.	Santa Rosa
2-28-1-15 (352228/ 288437)	Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (6%), tabular, de 2 mm y vesículas (3%), redondeadas, menores a 1 mm, con bordes verde amarillento. Pómez blanca (4%), redondeada, de hasta 2 mm. <i>Fiammes</i> blancos (5%), de hasta 3 x <1 mm. Buena selección con contacto flotante.	Cuajiniquil

3-28-1-15 (352776/ 289483)	Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles grises oscuro (10%), angulares, menores a 2 mm. Pómez verde amarillenta (15%), irregular, de hasta 2 mm. Buena selección con contacto flotante. Pómez cambian a anaranjado según grado de meteorización.	Cuajiniquil
4-28-1-15 (351783/ 290200)	Toba. Matriz gris violácea con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles negros (5%), angulares, menores a 1 mm. <i>Fiammes</i> anaranjados (6%), de hasta 5 x 2 mm. Buena selección con contacto flotante.	Santa Rosa
5-28-1-15 (353114/ 290835)	Toba. Matriz café claro con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles (2%), angulares, de hasta 15 mm. Vidrio (6%), irregular, de hasta 12 mm. Pómez gris (2%), irregular, de hasta 7 mm. <i>Fiammes</i> negros (5%), de hasta 14 x 1 mm; negros vítreos (20%), de hasta 25 x 9 mm, con fenocristales de plagioclasa (15%), tabular, de 3 mm. Mala selección con contacto puntual.	Río Colorado
6-28-1-15 (353903/ 291289)	Toba. Matriz café grisáceo con líticos no reconocibles (1%), angulares, de hasta 6 mm y anaranjados (4%), redondeados, de hasta 3 mm. Obsidiana (2%), angular, de hasta 5 x 1 mm. Escoria (6%), angular, de hasta 35 mm. Pómez blanca (2%), irregular, de hasta 2 mm. <i>Fiammes</i> negros (15%), de hasta 18 x 5 mm. Mala selección con contacto flotante.	La Casona
1-29-1-15 (365353/ 289085)	Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (3%), angulares, de hasta 2 mm y anaranjados (5%), subangulares, de hasta 4 mm. Obsidiana (1%), angular, de hasta 3 x 1 mm. Pómez gris (6%), irregular, de hasta 12 mm y amarillo - anaranjada (8%), irregular, de hasta 17 mm. <i>Fiammes</i> gris (5%), de hasta 38 x 12 mm y amarillos (6%), de hasta 5 x 1 mm. Mala selección con contacto flotante. Pómez cambian de gris - amarillo - anaranjado, por meteorización.	Montenegro
1-11-2-15 (364158/ 278614)	Lava de textura afanítica porfirítica, matriz negra, café cuando está meteorizada y fenocristales de plagioclasa (15%), tabular, de 4 mm; y piroxeno (7%), verdes por meteorización, tabular, de 4 mm. Matriz con pátina café y morado brillante (bornita). Frente de meteorización de 4 mm.	Pelón de la Bajura
2-11-2-15 (363850/ 279960)	Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (1%), angulares, de hasta 4 x 1 mm. Lavas (2%), angulares, de hasta 1 cm. Escoria gris oscuro (3%), angular, de hasta 8 mm, con bordes blancos. Pómez blanca (15%), irregular, de hasta 13 mm. <i>Fiammes</i> anaranjado claro (4%), de hasta 11 x 2 mm y gris verdoso (3%), de hasta 20 x 6 mm. Mala selección con contacto flotante.	Montenegro
3-11-2-15 (363854/ 280162)	Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (20%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles negros (3%), angulares, de hasta 2 mm. Escoria (1%), redondeada, de hasta 4 mm. Pómez verde amarillenta (2%), irregular, de hasta 2 mm y blanca (15%), irregular, de hasta 7 mm. Mala selección con contacto puntual a flotante.	Montenegro
4-11-2-15 (372060/ 284094)	Lava negra de textura afanítica porfirítica con fenocristales de plagioclasa (9%), tabular, de 2 mm; y piroxeno (5%), tabular, de 2 mm. Presenta un frente de meteorización anaranjado de 2 mm y arcillitización en plagioclasa.	Pelón de la Bajura
2-22-4-15 (383286/ 276817)	Toba. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm. Líticos negros y anaranjados (4%), angulares, de hasta 17 mm. Lavas anaranjadas (3%), redondeadas, de hasta 3 mm. Pómez blanca (5%), amorfa, de hasta 15 mm. Mala selección con contacto flotante.	Río Colorado
1-6-5-15 (388889/ 276940)	Toba. Matriz gris claro con líticos no reconocibles anaranjado claro (2%), subredondeados, de hasta 14 mm y negros (3%), angulares, de hasta 3 mm. Escoria gris oscuro, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de 3 mm.	Cañas

	Pómez gris oscuro (15%), irregular, de hasta 12 x 3 mm y verde amarillenta (15%), irregular, de hasta 11 mm. Mala selección con contacto flotante.	
2-6-5-15 (395102/ 279805)	Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (20%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles grises (5%), angulares, de hasta 4 mm; y anaranjados (2%), alargados, de hasta 7 mm. Obsidiana (2%), angular, de hasta 4 mm, con plagioclasa (20%), tabular, de 1 mm. Pómez blanca (15%), amorfa, de hasta 65 mm. Mala selección con contacto flotante.	Cañas
1-7-5-15 (392662/ 272900)	Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, 2 mm y vesículas (8%), redondeadas y alargadas, de hasta 1 mm. Líticos no reconocibles (4%), grises claro, angulares, de hasta 4 mm. Obsidiana (2%), irregular, de hasta 5 mm. Escoria (1%), negra, irregular, de hasta 10 mm. Pómez amarillenta (1%), angular, de hasta 6 mm. <i>Fiammes</i> de vidrio (3%), 12 x 2 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	La Casona
3-7-5-15 (393500/ 270920)	Lava negra de textura afanítica porfirítica, con fenocristales de plagioclasa (25%), tabular, de hasta 6 mm. Agregados amarillo verdoso (3%), vesiculares, alargados, de hasta 4 mm.	Pelón de la Bajura
4-7-5-15 (392971/ 272714)	Toba. Matriz gris con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles grises (15%), angulares, de hasta 6 mm; y anaranjados (4%), angulares, de hasta 3 mm. Escoria negra (1%), amorfa, de hasta 8 x 3 mm. <i>Fiammes</i> negros (4%), de hasta 7 x 2 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Río Colorado
5-7-5-15 (392349/ 273417)	Toba. Matriz rosado claro con cristaloclastos de piroxeno (4%), tabular, de 1 mm y plagioclasa (2%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles negros (3%), angulares, de hasta 2 mm. Pómez rosado claro (5%), irregular, de hasta 7 x 3 mm. Buena selección con contacto flotante.	Río Colorado
7-7-5-15 (397012/ 267922)	Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, menor a 1 mm; vesículas (15%), redondeadas, de hasta 1 mm. Líticos no reconocibles grises (3%), angulares, de hasta 3 mm. Pómez amarilla (2%), redondeada, de hasta 1 mm. <i>Fiammes</i> amarillos con borde anaranjado (6%), de hasta 4 x 1 mm. Buena selección con contacto flotante.	Alto Mirador
1-25-3-14 (358455/ 302208)	Toba. Matriz café violácea con cristaloclastos de plagioclasa (9%), tabular, de 1 mm. Lavas (6%), subredondeadas, de hasta 9 mm. Vidrio (1%), angular, de hasta 2 mm. Pómez blanco amarillento (1%), irregular, de hasta 3 mm. <i>Fiammes</i> negros (25%), de hasta 43 x 10 mm con fenocristales de plagioclasa (4%), tabular, de 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Poza Salada
1-28-3-14 (367625/ 298142)	Toba. Matriz negra con cristaloclastos de plagioclasa (15%), tabular, de 2 mm. Pómez anaranjada (4%), amorfa, de hasta 2 mm; y verde amarillenta (5%), amorfa, de hasta 2 mm. Buena selección con contacto flotante.	Río Colorado
1-8-4-14 (359578/ 311788)	Toba. Matriz violácea con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, de hasta 2 mm. Lavas verde amarillento (4%), subredondeadas, de hasta 11 mm; y café oscuro (1%), angulares, de hasta 3 mm. Pómez anaranjada (1%), redondeada, de hasta 2 mm. <i>Fiammes</i> negros (15%), de hasta 18 x 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Santa Rosa
1-9-4-14 (365692/ 308029)	Toba. Vitrófiro negro con cristaloclastos de plagioclasa (25%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles negros (3%), angulares, de hasta 4 mm. <i>Fiammes</i> anaranjados (10%), de hasta 16 x 4 mm, con fenocristales de plagioclasa (4%), tabular, de 2 mm. Buena selección con contacto flotante.	Río Colorado
1-25-6-14 (367945/ 295700)	Toba. Matriz café oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (15%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (3%), subredondeados, de hasta 4 mm. Lavas grises (1%), angulares, de hasta 7 mm. Pómez amarillenta (7%), angular, de hasta 8 mm. <i>Fiammes</i> negros (9%), de hasta 18 x 2 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Río Colorado


3-25-6-14 (366345/ 295533)	Lava gris oscuro, de textura afanítica porfirítica, con fenocristales de plagioclasa (8%), tabular, de 2 mm. Cumulitos de plagioclasa y piroxenos (4%), de hasta 4 mm. Frente de meteorización anaranjado, de hasta 2 mm.	Pelón de la Bajura
1-26-6-14 (356049/ 300390)	Toba. Matriz gris café con cristaloclastos de piroxeno (6%), tabular, de 1 mm y de plagioclasa (5%), tabular, de 2 mm. Pómez verde amarillenta (20%), irregular, de hasta 10 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante. Muestra muy meteorizada, posible vitrófiro.	Cuajiniquil
2-26-6-14 (355579/ 300332)	Toba. Matriz gris violácea con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (6%), irregulares, de hasta 2 mm. Pómez blanca (9%), irregular, de hasta 12 mm. <i>Fiammes</i> rosados (2%), de hasta 6 x 1 mm. Mala selección con contacto flotante.	Cuajiniquil
3-26-6-14 (358286/ 301285)	Toba. Vitrófiro café oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles negros (4%), angulares, de hasta 3 mm, y blancos (7%), subredondeados, de hasta 3 mm. <i>Fiammes</i> blancos (20%), de hasta 15 x 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto puntual.	Poza Salada
3-30-7-14 (356867/ 309263)	Toba. Matriz gris azulada con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles grises (2%), angulares, de hasta 5 mm. Lavas (6), angulares, de hasta 9 mm. Vidrio (1%), redondeado, de hasta 3 mm. Pómez blanca (3%), irregular, de hasta 5 mm. <i>Fiammes</i> grises (6%), de hasta 24 x 8 mm, con fragmentos negros (3%), alargados, de hasta 2 mm, y <i>fiammes</i> negros (20%), 55 x 33 mm, con plagioclasa (5%), tabular, de 3 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Limbo II
4-31-7-14 (365614/ 291695)	Toba. Matriz gris violácea con lavas negras (5%), redondeadas, de hasta 7 mm. Pómez blanca (8%), redondeada, de hasta 5 mm. <i>Fiammes</i> negros (2%), de hasta 13 x 1 mm, y anaranjados (15%), de hasta 19 x 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Río Colorado
5-31-7-14 (364176/ 289902)	Toba. Matriz gris con cristaloclastos de plagioclasa (2%), tabular, de 2 mm. Lavas (5%), angulares, de hasta 7 mm. Pómez blanca (1%), redondeada, de hasta 2 mm, y gris (3%), subredondeada, de hasta 80 mm. <i>Fiammes</i> negros (3%), de hasta 10 x 1 mm, y anaranjados (20%), de hasta 10 x 2 mm. Mala selección con contacto flotante.	Río Colorado
6-31-7-14 (364025/ 289582)	Toba. Matriz gris violácea con líticos no reconocibles anaranjados (5%), irregulares, de hasta 8 mm. Pómez blanca (1%), redondeada, de hasta 5 mm y café claro (2%), alargada, de hasta 17 x 8 mm. <i>Fiammes</i> anaranjados (5%), de hasta 4 x <1 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Río Colorado
7-31-7-14 (365886/ 294094)	Toba. Matriz café morado con cristaloclastos de plagioclasa (4%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles negros (3%), angulares, de hasta 3 mm, y anaranjados (4%), angulares, de hasta 5 mm. Pómez blanca (5%), redondeada, de hasta 1 mm, y gris oscuro (12%), angular, de hasta 7 mm. <i>Fiammes</i> negros (1%), de hasta 4 x 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	La Casona
8-31-7-14 (365952/ 295081)	Lava gris oscuro de textura afanítica porfirítica, con fenocristales de piroxeno (1%), tabular, de 1 mm, y plagioclasa (6%), tabular, de 2 mm. Manchas blancas y anaranjadas. Pátinas rojizas. Vetas de calcita, blancas, de hasta 1 mm. Frente de meteorización anaranjado, de hasta 3 mm.	Pelón de la Bajura
1-15-10-14 (357333/ 295214)	Toba. Matriz café oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (15%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (3%), angulares, de hasta 6 mm. Lavas (1%), angulares, de hasta 4 mm. Pómez verde amarillento (2%), amorfa, de hasta 1 mm. <i>Fiammes</i> de obsidiana (8%), de hasta 32 x 3 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante. Componentes muestran dirección de flujo.	Poza Salada
Alv1 (365159/	Toba. Matriz negra con cristaloclastos de plagioclasa (15%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles cafés rojizos (10%), redondeados, de hasta 4 mm.	Montenegro

283517)	Pómez blanca (2%), subredondeada, de hasta 3 mm. <i>Fiammes</i> negros de vidrio (6%), de hasta 22 x 3 mm, y café rojizo (20%), de hasta 8 x <1 mm. Medianamente seleccionada con contacto puntual a flotante.	
Alv2 (365303/ 282664)	Toba. Matriz gris claro a gris violácea con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (4%), angulares, de hasta 8 mm, y negros (7%), angulares, de hasta 2 mm. Pómez amarillo claro (10%), irregular, de hasta 16 mm. <i>Fiammes</i> blancos (10%), de hasta 9 x 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante. Pátinas negras y verde claro.	Montenegro
Alv3 (397313/ 272941)	Toba. Matriz café oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles negros (6%), angulares, de hasta 28 mm, y anaranjados (1%), redondeados, de hasta 3 mm. Escoria negra (10%), irregular, de hasta 30 mm. Pómez blanca (4%), subredondeada, de hasta 10 mm, y gris oscuro (9%), redondeada, de hasta 16 mm, con fenocristales de plagioclasa (2%), tabular, de 2 mm, y piroxeno (5%), tabular, de 2 mm. Mala selección con contacto flotante.	Pan de Azúcar
Alv4 (407240/ 272717)	Toba. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (7%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles negros (5%), angulares, de hasta 2 mm. Pómez gris claro (10%), irregular, de hasta 5 mm. <i>Fiammes</i> amarillo claro (2%), 7 x 1 mm, y gris claro (3%), de hasta 19 x 2 mm. Buena selección con contacto flotante.	Cañas
Alv5 (402082/ 269656)	Toba. Matriz café violácea con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (4%), angulares, de hasta 4 mm, y blancos (1%), redondeados, de hasta 2 mm. Vidrio (8%), angular, de hasta 11 mm. <i>Fiammes</i> de vidrio (25%), de hasta 13 x 1 mm; algunos con plagioclasa (5%), tabular, de 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Montenegro
Alv6 (401981/ 275407)	Toba. Matriz café claro con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 3 mm, y piroxeno (3%), granular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (4%), angulares, de hasta 6 mm, y anaranjados (20%), irregulares, de hasta 5 mm. <i>Fiammes</i> grises (3%), de hasta 38 x 10 mm, y negros (2%), de hasta 12 x 2 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Montenegro
Alv7 (403868/ 273486)	Toba. Matriz gris violácea con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 1 mm. Pómez blanca (8%), redondeada, de hasta 3 mm. <i>Fiammes</i> anaranjados (20%), de hasta 11 x 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.	Montenegro
Alv8 (418167/ 273888)	Toba. Matriz café con cristaloclastos de plagioclasa (15%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (1%), angulares, de hasta 4 mm. Escoria negra (15%), subredondeada, de hasta 35 mm, con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm. Pómez gris claro (3%), irregular, de hasta 8 mm. <i>Fiammes</i> negros de vidrio (8%), de hasta 12 x 1 mm, y <i>fiammes</i> de vidrio cristalinos (10%), de hasta 38 x 13 mm, con fenocristales de plagioclasa (15%), tabular, de 2 mm. Mala selección con contacto puntual.	Sandillal
Alv9 (415464/ 274390)	Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (1%), redondeados, de hasta 3 mm. Lavas (3%), angulares, de hasta 16 mm. Pómez verde amarillenta (2%), irregular, de hasta 8 mm. <i>Fiammes</i> gris claro (6%), de hasta 10 x 1 mm, y anaranjados (1%), de hasta 6 x 1 mm. Mala selección con contacto flotante.	Cañas

Apéndice 2. Descripciones de los núcleos de perforación

Abreviaturas empleadas: BR: buena recuperación, CtQ: contacto quemado, CtN: contacto neto, NOC: no se observa contacto, NRT: no hubo recuperación total, y RT: recuperación total.

CN-1, 366994/290358, Profundidad 150 m

Prof. (m)	Litología y descripción
0,00 0,60	 <p>Suelo con materia orgánica. Material friable, café muy claro, de grano muy fino, con fenocristales de plagioclasa (3%), tabular, menor a 1 mm. Líticos anaranjados (oxidados) (5%), de hasta 15 mm, y grises (5%), de hasta 1 mm. Medianamente seleccionado con contacto flotante. NOC-Transición. NRT</p>
0,60 2,65	<p>Toba. Matriz gris rosada con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, y cuarzo (5%), irregular, menores a 2 mm. Lavas alteradas (5%) grises y anaranjadas (muy meteorizadas), angulares a subredondeados, de hasta 10 mm. Líticos no reconocibles negros, rojizos y morados (20%), de hasta 2 mm. <i>Fiammes</i> de pómez (5%), anaranjada claro, de hasta 25 mm (mayor cantidad hacia la base). Medianamente seleccionado con contacto flotante.</p> <p>~2,65 m. Contacto de aproximadamente de 20 mm espesor y color anaranjado intenso, con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, menor a 1 mm y cuarzo (5%), irregular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles gris y anaranjado claro (3 – 5%), de hasta 5 mm; y negros (3%), menores a 1 mm. NRT</p>
2,65 4,60	<p>Ceniza. Matriz anaranjado muy claro, con cristaloclastos de plagioclasa (8%), tabular, menor a 1 mm; y cuarzo (5%), irregular, de 2 mm. Lavas grises y rojas (10%), de hasta 5 mm. Medianamente seleccionado. NRT</p>
4,60 ~8,00	<p>~4,60 m. Contacto quemado de 5 – 6 mm de espesor, anaranjado y con alteración a óxidos.</p> <p>Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (6 – 8%), tabular, menor a 1 mm y epidota (3%), translúcidos, granulares, menores a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (5%), redondeados, menores a 1 mm; y cafés (8 – 10%), subangulares a subredondeados, de hasta 5 mm. Lavas (3%), de hasta 15 mm. Obsidiana (5%), amorfa, de hasta 8 mm. Pómez anaranjado claro y blanca (5%), subredondeada, fibrosa, de hasta 5 mm. <i>Fiammes</i> de pómez (15%), anaranjada, de hasta 30 mm, los <i>fiammes</i> más grandes tienen fenocristales de plagioclasa (15%), tabular, de 3 mm y piroxeno (3%), granular, menor a 1 mm. Mala selección con contacto flotante a puntual.</p> <p>Algunos de los fiammes tienen una aureola anaranjada claro con el centro grisáceo. NOC-Transicional. NRT</p>
	<p>~5,55 m. La roca está más fracturada y meteorizada, con fracturamiento horizontal cada 8 cm.</p>

<p>~8,00 ~8,50</p>	<p>Toba. Toba blanca muy meteorizada. Matriz blanca con cristaloclastos (5%), de piroxeno, granular, menor a 1 mm; y plagioclasa, tabular, menor a 1 mm. Pómez blanca, amorfa, de hasta 3 mm. BR, CtQ</p> <p>~8,50 m. Contacto quemado de 3 mm de espesor, con mineralización secundaria de cuarzo (10 – 15%), irregular, menor a 1 mm, tiene un nivel de óxidos y una alteración asemejando una costra negra. Olor característico a agua oxigenada.</p>
<p>~8,50 9,70</p>	<p>Toba. Matriz café rojiza con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 1 mm; y piroxeno (10%), granular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles blancos (3%), angulares, de 2 mm; anaranjados (8%), redondeados, menores a 1 mm; y grises, morados y rojos (10%), de subredondeados a subangulosos, de hasta 5 mm. Lavas (10%), subredondeadas, de hasta 30 mm. Mala selección con contacto flotante.</p> <p><i>Alteración a óxidos. Hacia el piso hay un leve aumento en el tamaño de los clastos. NOC – Transición, BR</i></p>
<p>9,70 15,50</p>	<p>Toba. Matriz gris rosada con cristaloclastos de plagioclasa (20%), tabular, de 3 mm y piroxeno (3%), granular, menor a 1 mm; posible epidotización (10 – 15%) de los cristales en la matriz. Líticos no reconocibles anaranjados (oxidados) y rojos (5%), angulares, de hasta 2 mm. Lavas (5%), subredondeadas, de hasta 25 mm. Obsidiana (<3%), subredondeada, de hasta 5 mm. Pómez gris verdoso (5%), amorfa, de hasta 45 mm. <i>Fiammes</i> grises (5%), de hasta 10 mm. Mala selección con contacto flotante a puntual. NOC – transición, BR</p> <p>~15,10 m. Mayor meteorización y alteración. Matriz amarillenta y pómez ‘carcomida’, muy fracturada y friable. NRT</p>
<p>15,50 19,90</p>	<p>Toba. Matriz gris con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, menor a 2 mm; y cuarzo (1%), irregular, de 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados, blancos y verdes (2%), angulares, menores a 1 mm. Obsidiana (5%), de angular a subredondeada, de hasta 10 mm. Escoria esporádica, amorfa, de hasta 40 mm, con fenocristales de plagioclasa (<3%).</p>

	<p><i>Fiammes</i> de pómez anaranjado claro (10%), de hasta 15 mm. Mala selección con contacto flotante.</p> <p><i>Fracturas horizontales cada 5 – 20 mm. NOC – Transición, NRT</i></p>
<p>19,90 ~20,80</p>	<p>Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles grises y morados (3%), de angulares a subredondeados, de hasta 3 mm. Obsidiana (5%), angular a subredondeada, de hasta 10 mm. Pómez anaranjado claro, rosado y blanco (5%), subredondeada, de hasta 2 mm. <i>Fiammes</i> anaranjado claro y negro (5%), de hasta 10 mm. Mala selección con contacto flotante.</p> <p><i>Alteración verdosa en cristales. NRT, CtN</i></p> <p>~20,80 m. Contacto, lamina de óxidos de aproximadamente 1 mm y mineralización secundaria de cuarzo.</p>
<p>~20,80 ~21,30</p>	<p>Toba. Matriz café rojiza, muy meteorizada con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 1 mm y piroxeno (3%), granular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles blancos (10%), de hasta 5 mm.</p> <p>Bien seleccionado con contacto flotante.</p> <p><i>Alteración negra. NRT, NOC</i></p>
<p>~21,30 ~21,70</p>	<p>Toba. Matriz anaranjada con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, menor a 2 mm; y piroxeno (2%), granular, menor a 1 mm. Lavas (5%), subredondeadas, de hasta 5 mm. Pómez rosada y anaranjada (10%), amorfas, de hasta 8 mm, muy meteorizada. Medianamente seleccionado con contacto flotante.</p> <p><i>Roca muy friable. NRT, NOC</i></p>





Toba. Matriz rosada anaranjada con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles morados, grises y grises azulados (10%), angulares a subredondeados, de hasta 10 mm; y blancos (<3%), algunos amorfos y otros subredondeados, de hasta 8 mm. Pómez anaranjado intenso, café y gris verdoso (10%), meteorizada, de hasta 10 mm. *Fiammes* en colores similares a la matriz (5 – 10%), de hasta 15 mm. Mala selección con contacto flotante.

Los clastos se encuentran oxidados y epidotización (3%) en los cristales. Los clastos más alargados se alinean horizontalmente.

La matriz presenta variaciones en la tonalidad:

~21,70 – ~22,70 m. Rosada anaranjada

~22,70 – ~24,50 m. Anaranjada

~24,50 – ~25,80 m. Gris rosada

~25,80 – ~27,70 m. Gris claro

**~21,70
~45,00**

~27,70 – ~31,80 m. Extremadamente fracturada y fragmentada, con mucha alteración a óxidos y friable.

A partir de ~31, 80 m. mayor soldamiento, bien soldado, con los mismos *fiammes* grises descritos anteriormente.

~32,20 m. Litología ídem. Matriz gris claro, con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados claro, negros, grises y blancos (5 – 10%), de redondeados a subredondeados, de hasta 5 mm. *Fiammes* anaranjados (5%), de hasta 30 mm. Medianamente seleccionado con contacto flotante.

Alteración de óxidos en clastos y verdosa (2%) en fenocristales.

~32,40 m. La roca está muy fracturada, estas presentan alteración de óxidos, se da un fracturamiento vertical a 90° entre sí y horizontal cada 10 – 20 cm.

~32,50 m. Matriz gris claro con un ligero tono morado con cristaloclastos de plagioclasa (5 – 10%), tabular, de 3 mm, algunos con alteración verdosa alrededor y con inclusiones negras; y piroxeno (3%), granular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles oxidados anaranjados (5%), subredondeados, de hasta 5 mm. Lavas moradas y grises (5%), de angulares a subredondeadas, de hasta 8 mm, muy meteorizados, las más grandes tienen

plagioclasa hidratada. *Fiammes* anaranjados (5%), de hasta 10 mm. Medianamente seleccionado con contacto flotante.

En la matriz se ve la plagioclasa ligeramente alineada.

A partir de 36,70 m. no hay recuperación total.

~37,50 m. Matriz gris (un poco más oscura que la anterior), con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 3 mm. Líticos (7%) no reconocibles anaranjados (oxidados); lavas moradas y grises, angulares a subredondeados, de hasta 10 mm. *Fiammes* anaranjados (3%), de hasta 10 mm. Medianamente seleccionado con contacto flotante.

Plagioclasa alineada, alterada a epidota (<1%).

~39,30 m. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm, con alteración verde (<1%). Líticos no reconocibles anaranjados oxidados, blancos, negros y rojos (<8%), redondeados, de hasta 5 mm. Lavas grises y moradas (8%), angulosas a subredondeadas, de hasta 8 mm. *Fiammes* gris verdoso, con aureolas de oxidación anaranjada, de hasta 30 x 5 mm. Mala selección con contacto flotante.

~41,00 m. Matriz gris rosada con cristaloclastos de plagioclasa (5 – 8%), tabular, de 2 mm, cristales con alteración verdosa (3%). Líticos no reconocibles anaranjados, negros y amarillos claro (<13%), redondeados, de hasta 15 mm. Los clastos negros con fenocristales de plagioclasa. Lavas grises, rojas y moradas (10%), subredondeadas a angulares, de hasta 10 mm. Mala selección con contacto flotante.

A partir de 41,50 m. Aparecen *fiammes* de obsidiana con plagioclasa que abarcan todo en núcleo y la roca se fractura en ellos.

~42,10 m. Se encuentra una obsidiana de 100 x 45 mm, con plagioclasa, a partir de aquí se observan *fiammes* de obsidiana (5%), de 10 x 45 mm, con plagioclasa, tabular. Continúa el fracturamiento vertical (no tanto) y horizontal cada 15 – 20 cm.

A partir de ~45,00 m. Empieza a darse la transición hacia la otra litología; no se observa contacto. **NRT, NOC**



~45,00
~49,95

Toba. Matriz café grisáceo con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, menor a 1 mm, con arcillas y algunos cristales con alteración verdosa (<1%). Líticos no reconocibles amarillos, anaranjados y blancos (10%), angulares a subredondeados, de hasta 5 mm. Lavas grises, rojas y cafés (8%), angulares a subredondeadas, de hasta 15 mm. Escoria negra (5%),

redondeada, de hasta 10 mm. *Fiammes* negros de posible escoria (10%), de 45 × 15 mm. Mala selección con contacto flotante a puntual.

Nota: Se observan escorias del diámetro del núcleo NQ (47,6 mm), amorfas, algunos fiammes sin plagioclasa.

A partir de 46 m. Muy fracturado.

~48,90 m. Matriz gris claro con cristaloclastos plagioclasa (10 – 15%), tabular, menor a 1 mm, fracturados y/o agrupados, con inclusiones negras, y piroxeno (<1%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (3%), angulares, de hasta 1 mm. Pómez amarillo claro y anaranjado claro (5%), subredondeada, de hasta 10 mm. *Fiammes* grises y anaranjados (2%), muy delgados, de hasta 5 mm. Contacto flotante con fracturas irregulares y desvitrificación. **CtQ**

~49,95 m. Espesor de 5 cm, gris oscuro, de grano fino, friable, poco compactada, se disgrega al tocarlo y se observan pátinas blancas (1%), mucho menores a 1 mm. En transición sigue una toba de ceniza blanca.

Toba. Matriz blanca con cristales no identificables, menores a 1 mm. Pómez blanca (5%), amorfa, de hasta 5 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

~49,95
~50,20

Hay niveles de concentración de clastos y cristales de aproximadamente 1 cm de espesor, todo se encuentra en contacto puntual. Con cristaloclastos de plagioclasa y/o cuarzo (10%), <1 mm. Líticos no reconocibles rojos (10%), angulares a subredondeados, de hasta 1 mm. Obsidiana (5 – 8%), angular, de hasta 1 mm. Pómez blanca (20 – 30%) fibrosa, alargada, de hasta 8 mm; pómez blancas meteorizadas (30%), que dan soporte a los clastos.

~50,20 m. Contacto: Nivel de óxidos de aproximadamente 2 mm de espesor, irregular, anaranjado oscuro, sin cristales.

~50,20 – 51,70 m. Toba. Matriz café anaranjada con cristaloclastos de piroxeno (10-15%), granular, menores a 1 mm; y plagioclasa (3%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles grises y morados (<3%), angulares a subredondeados, de hasta 5 mm; y blancos y amarillo claro (2%), subredondeados, de hasta 3 mm. Buena selección con contacto flotante. **NRT, NOC.**

50,20
~62,00

~51,70 – ~53,00 m. Matriz gris rojizo, con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm, con alteración verdosa. Líticos no reconocibles anaranjados y grises oscuro (10 – 15%), angulares a subredondeados, de hasta 5 mm. Pómez anaranjada (>30%), amorfa, de hasta 45 x 30 mm, meteorizada, con fenocristales de plagioclasa (20%), tabular. Mala selección con contacto flotante a puntual. **NRT, NOC**

~53,00 – ~62,00 m. *Hacia el techo del tramo se encuentra más meteorizada y un tono menos rosado, no se distingue nada por lo que se describe la parte más sana.*

Matriz gris rosado, con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, menor a 1 mm, muy fracturada; y epidota (≤1%), tabular, de 5 mm. Líticos no reconocibles blancos (3%), subredondeados a subangulares, de hasta 3 mm. Lavas negras, rojas y cafés (3%), subredondeados a subangulares, de hasta 5 mm. Pómez gris, anaranjado muy claro y ligeramente rojizo (10%), amorfa, de hasta 45 mm.

Las pómez son amorfas pero ligeramente alargadas en la horizontal con un ancho de hasta 30 mm y abarcan todo el ancho del núcleo (NQ), tienen plagioclasa (5-10%), tabular, menor a 1mm. **NOC, NRT**



Toba. Matriz morado rosada con cristaloclastos de plagioclasa (10 – 15%), tabular, de 3 mm; y epidota ($\leq 2\%$), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles rojos, anaranjados, blancos, grises y verdes (20 – 25%), subredondeados a subangulares, de hasta 10 mm. *Fiammes* de obsidiana (30 – 35%), de hasta 30 mm, con plagioclasa, tabular. Mala selección con contacto flotante a puntual.

A partir de 64,00 m, hay un mayor soldamiento, los *fiammes* aumentan a un 50% o más, el color general de la roca es negro. Mala selección con contacto puntual.

~62,00
~66,50

~66,00 m. Hay un tramo de 30 cm con estriaciones, las estrías se disponen horizontalmente ($< 3^\circ$), estas presentan gradas menores a 5 mm de ancho, pero en ambas direcciones, por lo que no se puede determinar el sentido de movimiento. Las gradas están en una pátina de vidrio de 2 – 4 mm de espesor. La matriz de la roca tiene un tono rojo bandeado.

A partir de 66,30 m, solo se ve la matriz rojiza. Matriz rojiza con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, menor a 2 mm. Líticos no reconocibles grises, blancos y amarillo claro (15 – 20%), subredondeados, de hasta 8 mm. *Fiammes* de obsidiana (15 – 20%), de hasta 3 – 30 x 1 – 5 mm, con plagioclasa (5%), tabular, de 2 mm. Mediana selección con contacto flotante a puntual. **RT, NOC - Transición**

~66,50
67,50

Toba. Matriz café muy claro a grisáceo con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros, grises y blancos ($< 5\%$), redondeados a subangulares, de hasta 8 mm. Mala selección con contacto flotante.

A partir de 66,50 m disminuye la cantidad de fiammes hasta casi desaparecer alrededor de 66,90 m, es un contacto transicional.

Fracturas horizontales cada 1 – 5 cm. No se observa contacto y tampoco transición. NRT, NOC

~67,50

~68,80

Toba. Matriz café anaranjado con cristaloclastos de plagioclasa (7%), tabular, menor a 5 mm; y epidota (2%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles negros (3%), angulares a subredondeados, de hasta 5 mm. Pómez anaranjado intenso, anaranjado claro y gris (8 – 10%), amorfa, de hasta 8 mm. Medianamente seleccionado con contacto flotante.

Hacia la base aumenta la cantidad de clastos (mismo tamaño), hasta casi 70%, con mala selección y contacto puntual. NRT, NOC





Lavas vesiculares.

Textura afanítica porfírica con una matriz gris oscuro, ligeramente azulada, posiblemente con mucho vidrio; con vesículas (30 – 40%), de hasta 20 mm y fenocristales de plagioclasa (10 – 15%), tabular, de 3 mm, meteorizadas.

Descripción general de alteraciones: Pátinas adentro de las vesículas de colores anaranjado, verde claro, rojo oscuro y vario color (tornasol). Además de arcillas.

~68,80 – ~70,00 m. Vesículas dispuestas de manera oblicua, aproximadamente 60°, poco alargadas.

~68,80

~103,75

~70,00 – ~70,50 m. Vesículas poco alargadas sin orientación preferencial.

~70,50 – ~70,80 m. Vesículas más alargadas e inclinadas aproximadamente 60°.

~70,80 – 72,05 m. Vesículas alargadas casi horizontales <10%. Hacia 72 m disminuye la cantidad de vesículas a 20 – 25%.

72,05 – ~74,00 m. Continúa el 20 – 25% de vesículas en disposición oblicua de 60 – 70°, alargadas. Mismas alteraciones, predomina la celeste.

~74,00 – ~75,50 m. Misma litología, de 30 – 35% de vesículas, tamaños similares y disposición horizontal.

~75,50 – ~78,80 m. Aumenta cantidad de vesículas a 40% y disminuyen los tamaños de 3 – 10mm, alargadas, aplastadas, oblicuas, de 60 – 70°.

~78,80 – ~79,30 m. Continúa igual pero las vesículas se disponen horizontalmente.

~79,30 – ~81,20 m. Misma litología, aumenta el tamaño de las vesículas hasta 15 mm, con una inclinación de aproximadamente 60°, muy meteorizada y fragmentada.

~81,20 – ~85,00 m. Misma litología, con las vesículas orientadas con una inclinación entre 45 – 60°. Hay zonas muy fragmentadas y alteración celeste.

~85,00 m. Disminuye la cantidad de vesículas hasta un 10 – 15%.

~87,00 – ~87,50 m. No hay vesículas.

A partir de 87,50 m. Matriz negra, más opaca, menos azulada.

~87,50 – 88,10 m. Vesículas alrededor de un 15%, sin orientación preferencial.

~88,10 – 100,95 m. No hay vesículas, muy fragmentada, fracturas oblicuas, verticales y horizontales. Alteración a arcillas, óxidos y pirolusita dendrítica. Cambios en el tono de la matriz de gris azulado a morado.

~100,95 – 102,15 m. Muy fracturado, horizontal cada 2 – 5 cm.

~102,40 m. Vuelven las vesículas de 20 – 25%, horizontales de 2 – 30 mm, alargadas, mismas alteraciones.

~103,75 m. Contacto quemada de 3 cm de espesor de color anaranjado intenso.

NRT, CtQ

Paleosuelo. Matriz café anaranjado con fenocristales de plagioclasa (3%), tabular, menor a 2 mm. Líticos no reconocibles anaranjados, negros, rojos y blancos (5%), redondeados a subangulares, de hasta 5 mm.

Hacia el techo hay una concentración de clastos (15%), redondeados a angulosos, de 1 – 5 mm. Toda la litología se encuentra estriada.

**~103,75
~104,30**

Estriaciones:

1. Plano inclinado 45° con estrías horizontales, sin gradas.
2. Plano inclinado ~80° con estrías horizontales y sin gradas.
3. Plano inclinado de 30 – 45° y estrías en la dirección de inclinación del plano.
4. Plano inclinado 45° con gradas que indican movimiento normal.

RT, NOC- No transición



~107,80 m. Toba. Matriz de gris oscuro a violáceo con cristaloclastos de plagioclasa (5 – 10%), tabular, menor a 1 mm, alteración verdosa (<1%) en plagioclasa. Líticos no reconocibles blancos (5%), subredondeados, de hasta 15 mm, con inclusiones negras, redondeadas, menores a 1 mm. Lavas grises, rojas, anaranjadas y verdes (15%), subredondeadas a subangulares, de hasta 20 mm, algunas con plagioclasa hidratada (3 – 5%), tabular, menor a 2 mm. Pómez amarillo claro (4%), irregular, de hasta 11 mm, ligeramente fibrosa. *Fiammes* negros (10 – 15%), de hasta el diámetro del núcleo (NQ), con plagioclasa (5%), tabular, de 3 mm; y *fiammes* café, de hasta 15 mm, con fenocristales de plagioclasa; tabular y granular, menor a 1 mm. Mala selección con contacto flotante.

Lavas porosas debido a la meteorización.

Muy meteorizada, con óxidos y arcillas.

~104,30

~122,30

Fiammes negros rodean los clastos de lavas en textura fluidal. Mojada presenta tonos cafés, es poco permeable por lo que se seca muy rápido.

~110,80 m. Matriz gris oscuro con tono celeste con cristaloclastos de plagioclasa hinchada (10 – 15%), tabular, de 2 mm, cristales con alteración verdosa (5%), con óxidos y arcillas. Lavas amarillas y blancas (5 – 10%), subredondeadas a angulares, de hasta 10 mm. *Fiammes* gris (10 – 15%), de hasta 40 mm, porosos por la alteración, meteorizados, con mineralización secundaria no identificada que forma cristales muy finos grises, también con óxidos y arcillas. Mala selección con contacto flotante.

Los fiammes siguen rodeando los clastos, pero no es tan evidente la 'textura fluidal' como en el tramo anterior.

~117,50 m. Matriz violácea con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm; y piroxeno (3%), granular, menor a 1 mm, con óxidos y arcillas. Líticos no reconocibles morados, grises, rojos y blancos (10%), angulares a subredondeados, de hasta 15 mm. *Fiammes* (15 – 20%), de hasta 25 mm. muy meteorizados y porosos por la alteración, ‘carcomidos’, con mineralización secundaria, en color gris y anaranjado (posible alteración). Mala selección con contacto flotante.

Textura fluidal no tan evidente, alineamiento de la plagioclasa rodeando los clastos, el color general de la roca al mojarla es café.

~120,20 m. Matriz gris azulado con cristaloclastos de plagioclasa (20%), tabular, de 2 mm; y minerales de alteración (3%), amarillentos y verdosos, translúcidos y fracturados, menores a 2 mm, con óxidos y arcillas. Líticos no reconocibles grises, rojos y blanco-amarillentos (20 – 25%), angulares a redondeados, de hasta 30 mm. *Fiammes* café, morado y gris (15 – 20%), de hasta 45 mm, poco meteorizados, poco porosos (<3%), con mineralización secundaria no identificada en los poros. Mala selección con contacto flotante a puntual.

Textura fluidal dada por la matriz y la alineación de la plagioclasa.

~122,10 m. Matriz gris claro azulado con cristaloclastos de plagioclasa (15%), tabular, menor a 1 mm; y piroxeno (5%), granular, menor a 1 mm, pocos óxidos y arcillas <3%. Líticos no reconocibles grises, blancos, amarillentos y rojos (8%), subangulares a subredondeados, de hasta 10 mm. Obsidiana (2%), angular, de hasta 5 mm. *Fiammes* rosado claro y gris (15 – 20%), fibrosos, de hasta 30 mm, no porosos, brillo poco perlado, con fenocristales de plagioclasa (<2%), tabular, menor a 1 mm y piroxeno (<2%), granular, menor a 1 mm. Mala selección con contacto flotante.

Textura fluidal por matriz y leve alineamiento de la plagioclasa.

Fracturamiento y color general de la roca:

~104,30 – ~110,00 m. Tono de la matriz violácea, con fracturas verticales y horizontales cada 10 – 20 cm.

~108,50 – 109,15 m. Más fracturada cada 5 – 10 cm.

~110,00 – ~111,70 m. Tono de la matriz celestoso, fractura horizontal cada ~20 cm.

~111,70 – ~119,80 m. Tono de la matriz violácea, fracturas predominantemente horizontales cada 10 – 30 cm y algunas verticales.

~119,80 – ~122,30 m. Tono de la matriz azulado, fracturas horizontales cada 20 – 30 cm.

~121,00 – 121,50 m. Más fracturado cada 5 – 10 cm.

BR, NOC-Transición

**~122,30
~122,70**

Toba. Matriz café claro con cristaloclastos de plagioclasa (3 – 5%), tabular, menor a 2 mm; y piroxeno (3%), granular, menor a 1 mm, alteración de arcillas, óxidos y alteración negra azulada. Lavas grises, rojas y cafés (8%), subangulares a subredondeadas, de hasta 25 mm. Obsidiana (3%), angular, de hasta 10 mm, con fenocristales de plagioclasa, tabular. Pómez amarillo claro y rosada (3%), alargadas y subredondeadas, de hasta 5 mm. *Fiammes* gris y blancos (5 – 10%), de hasta 45 mm. Mala selección con contacto flotante. **RT, NOC-Transición**



~122,70
~124,40

Toba. Matriz café grisáceo con cristaloclastos (10 – 15%) de plagioclasa, tabular; y piroxeno, granular, menores a 1 mm, poca alteración de óxidos (1%). Líticos negros y morados (<5%), angulares a subredondeados, de hasta 5 mm. Pómez blanca (>25%), angular a redondeada, de hasta 10 mm. Medianamente seleccionado con contacto flotante, medianamente friable. **RT, NOC-Transición**

Arena gruesa a muy gruesa. Matriz gris oscuro a negro, consolidada, compuesta por granos de color rojo, negro, gris, blanco, anaranjado y cristales de plagioclasa y cuarzo (cristales fragmentados), en general predominan los negros y grises. Presenta laminaciones de aproximadamente 2 cm de espesor con los mismos clastos pero de mayor tamaño de 2 – 5 mm.

~124,40
~133,10

~126,10 m. Se encuentra un tramo de 20 cm de una arena gris claro de grano fino, poco consolidada y friable, con pómez y líticos no reconocibles anaranjados, redondeados, de hasta 5 mm.

~128,50 m. Tramo de 25 cm de una arcilla café claro con agregados indicando fluidez.

~129,00 m. Tramo de 10 cm de una arena gris claro de grano fino, con pómez (10 – 15%), redondeada, de 5 – 10 mm, redondeada y en contacto flotante.

~130,30 m. Tramo de 15 cm de la matriz original pero con pómez rosada y anaranjada (15 – 20%), redondeada, de hasta 30 mm y poco meteorizada.

~133,00 m. Tramo de 10 cm de una toba de ceniza y color bandeado blanco - café. Contacto neto irregular con un flujo de pómez y escoria. **NRT, CtN - irregular**

~133,10
~135,00

Toba. Matriz blancuzca con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, menor a 2 mm y piroxeno (3%), granular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados y blancos (4 – 8%), redondeados a subangulares, de hasta 30 mm. Obsidiana (<4%), redondeada, de hasta 30 mm. Escoria roja y negra (4 – 8%) meteorizadas y redondeadas, hasta de 45 mm con fenocristales piroxeno (10%), tabular, menor a 2 mm; y plagioclasa (3%), tabular, menor a 2 mm. Mala selección con contacto flotante a puntual.

Muy meteorizada con pátinas de óxidos y alteración negra, posibles microcristales. **NRT, NOC - Transición**



~135,00
145,00

Toba. Matriz café grisácea con cristaloclastos de plagioclasa (8%), tabular, menor a 2 mm. Líticos no reconocibles grises oscuro y claro, anaranjados claro (5 – 7%), angulares, de hasta 10 mm. Escoria (15%), amorfa, de hasta 45 mm, con plagioclasa (10%), tabular, 1 mm. Mala selección con contacto flotante.

Disminuye el tamaño y cantidad de la escoria (10%), hasta 20 mm, los demás clastos aumentan a más de 20%, dentro de estos obsidiana (3%) angular, de hasta 8 mm y aparece pómez bandeada (5 – 8%), amorfa, de hasta 20 mm.

NRT, NOC-Transición



~145,00
~148,40

Toba. Matriz gris celeste con cristaloclastos de plagioclasa (8%), tabular, menor a 1 mm; y piroxeno (2%), tabular, menor a 1 mm. Lavas grises (5 – 8%), subredondeadas a subangulares, de hasta 15 mm, con plagioclasa meteorizada (5%), tabular, de hasta 2 mm. Obsidiana (3%), angular, de hasta 5 mm. Pómez bandeada (10%), blanco grisáceo, amorfas, con tamaños de hasta 45 × 40 mm y 20 × 10 mm.

BR

~148,40
150,00

Toba. Matriz rosada con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, menor a 1 mm; y piroxeno (5%), tabulares, menor a 1 mm, con alteración verdosa alrededor. Líticos no reconocibles rojos, grises, amarillos verdosos y anaranjados (10%), subangulares a subredondeados, de hasta 15 mm. Pómez gris (10%), amorfas, con tamaños hasta 45 × 50 mm y 20 × 10 mm, con fenocristales de piroxeno (3%), tabular, menor a 1 mm. Mala selección con contacto flotante.

Igual que el tramo anterior, predominan las fracturas horizontales cada 3 – 30 cm y en la litología rosada son más verticales. RT

Prof. (m)	Litología y descripción
0,00 ~113,00	<p>Toba. Matriz blanca con cristaloclastos de biotita (10%), dorados a negros, hexagonal, de 2 mm; cuarzo rosado (15%), irregular, de 4 mm; y plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm. Lavas esporádicas, meteorizadas, de hasta 40 mm, con plagioclasa.</p> <p>~87,73 m. La roca esta inconsolidada, suelta, hecha polvo. <i>Hay clastos de pómez rosada y blanca con brillo perlado.</i></p> <p>~92,23 m. No se observa el cuarzo rosado y la biotita es menor 1 mm.</p>
113,00 113,60	<p>~113,00 m. Contacto anaranjado por óxidos, de espesor irregular, 2 – 4 mm.</p> <p>~113,00 m. Toba. Matriz blanca con pómez rosada perlada, de 20 mm, con inclusiones de cristales negros tabulares y cristales translúcidos, sin hábito reconocible. <i>En general presenta una alteración verdosa y la pómez una alteración rojiza, se encuentra friable y muy meteorizado.</i></p> <p>~113,30 m. Cambia a color café, disminuye la cantidad de cristaloclastos y clastos (10 – 15%). Cristaloclastos negros, rojos y plagioclasa, menor a 1 mm. Pómez, tabular, fibrosa y perlada, menor 1 mm.</p> <p>~113,44 m. Zona de concentración de cristales de plagioclasa, cuarzo y anfíbol; además de pómez y líticos no reconocibles anaranjados, todos de 1 mm. RT</p>




113,60 Toba. Matriz rosado claro con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm, con
134,88 inclusiones negras; anfíbol (5%), tabular, menor a 1 mm y cuarzo (3 – 5%), irregular, de 3 mm. Líticos no reconocibles negros y rojos (10%), angulares, menores a 1 mm. Lavas grises (10%), subredondeadas, de hasta 30 mm. Pómez grisácea, rosada y café (10%), tabular, fibrosa, perlada, de hasta 3 mm; y pómez anaranjado claro (3%), subredondeada, de hasta 5 mm. Pómez anaranjado claro, esporádica, subredondeada, de hasta 30 mm, con plagioclasa (10%), tabular, de 3 mm, agrupada y fragmentada con inclusiones negras. Mala selección con contacto flotante. *NRT, CtN*

~134,88 Toba. Matriz verde blanquecina, con cristaloclastos de plagioclasa (30%), tabular, cuarzo (30%),
~135,40 irregular, y piroxeno (15%), tabular, todos de 3 mm. Pómez rosada y blanca (10 – 15%), fibrosa, de hasta 5 mm. En las partes ligeramente consolidadas los cristales se encuentran en contacto puntual. *RT, CtN – a 45°*



~135,40 139,45	Toba. Matriz café con cristaloclastos de piroxeno (3%), tabular, menor a 1 mm; plagioclasa (5 – 10%), tabular, de 2 mm y cristales no identificables (25%), mucho menores a 1 mm, color cobre y con brillo metálico. Líticos no reconocibles grises y rojos (10%), subredondeados a angulares, de hasta 6 mm. Obsidiana (5%), angular, de hasta 2 mm. Escoria (20%), subredondeada, de 100 x 45 mm y 50 x 45 mm, con plagioclasa, tabular, y vesículas, menores a 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.
	~136,90 m. Matriz anaranjado intenso, con cristaloclastos de plagioclasa (3 – 5%), tabular, menor a 2 mm y anfíbol (3 – 5%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles (20%), blancos, cafés y grises (20%), subredondeados a angulares, de hasta 6 mm; y negros (5%), redondeados, menores a 1 mm. Obsidiana (5 – 7%), subredondeados a angulares, de hasta 3 mm. Mala selección con contacto flotante. RT

ME-3, 390021/283875, Profundidad 151 m

Prof. (m)	Litología y descripción
	
0,00 1,90	Suelo poco desarrollado. Matriz café claro, silíceo, con cristaloclastos de cuarzo (8%), irregular, de 2 mm; anfíbol (3%), tabular, de 1 mm; piroxeno (5%), granular, menor a 1 mm y plagioclasa (4%), tabular, de 1 mm. Pómez blanca (5%), redondeada, de hasta 15 mm y pómez anaranjada (2%), irregular, de 5 mm. Medianamente seleccionado con contacto flotante. NOC, NRT
1,90 2,15	Toba. Matriz gris rosada, muy meteorizada con cristaloclastos de biotita (4%), irregular, de 2 mm; anfíbol (3%), tabular, de 3 mm; cuarzo (10%), irregular, de 4 mm y plagioclasa (7%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles grises (3%), con pátina anaranjada, angulares, de hasta 5 mm. Pómez café (2%), irregular, de hasta 10 mm. Medianamente seleccionado con contacto flotante. NOC, NRT
2,15 8,00	Arena. Arena suelta gris-café, silícea, con fenocristales de biotita (1%), irregular, menor a 1 mm; cuarzo (25%), irregular, de 2 mm; plagioclasa (15%), tabular, de 3 mm y piroxeno (1%), granular, de 1 mm. Líticos no reconocibles rojos (<1%), irregulares, de 3 mm. Pómez (10%), irregular, menor a 1 mm. Buena selección. NOC, NRT





8,00
44,76

Toba. Matriz blanca con cristaloclastos de biotita (8%), hexagonal, de 2 mm; cuarzo (15%), irregular, de 4 mm; plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm y anfíbol (1%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (1%), irregulares, de 3 mm. Lavas grises (3%), subredondeadas, de 4 mm. Pómez gris oscuro (20%), en forma alargada y las más grandes redondeadas, de hasta 50 mm. Las redondeadas presentan fenocristales de biotita (1%), irregular, de 2 mm; plagioclasa (5%), tabular, de 4 mm y cuarzo (10%), irregular, en cumulitos de 2 mm. Medianamente seleccionado con contacto flotante.

Hacia la base aparece pómez rosada, redondeada, de hasta 40 mm, con fenocristales de cuarzo (4%), granular, de 2 mm, y piroxeno (1%), granular, menor a 1 mm. CtN, NRT

44,76
44,90

Toba. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de cuarzo (2%), irregular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles blancos (10%), irregulares, menores a 1 mm y rosados (<1%), irregulares, de 3 mm. Buena selección con contacto flotante. **NOC, NRT**





~44,90 – 45,85 m. Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, de 2 mm y negros (10%), irregulares, de 2 mm. Pómez blanca (40%), irregular, de hasta 30 mm y pómez gris oscuro (7%), irregular, de 6 mm. Mala selección con contacto puntual.

Gradación inversa

~45,85 – 46,10 m. Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de cuarzo (15%), irregular, de 1 mm; plagioclasa (8%), tabular, de 2 mm y anfíbol (15%), tabular, de 1 mm. Lavas grises (2%), irregulares, de 3 mm. Buena selección con contacto flotante.

~46,10 – 54,57 m. Toba. Matriz gris rosada con cristaloclastos de cuarzo (3%), irregular, de 7 mm; plagioclasa (10%), tabular, de 3 mm; y piroxeno (5%), granular, de 1 mm. Lavas negras y grises (5%), irregulares, de hasta 6 mm. Pómez blanca (4%), irregular, de hasta 8 x 10 mm. Pómez gris oscuro (15%), alargada, de 40 x 1 mm, con fenocristales de cuarzo (15%), irregular, de 4 mm y cumulitos de plagioclasa (10%), tabular, de 3 mm. *Fiammes* blancos (8%), de 7 x 1 mm ancho. Medianamente seleccionado con contacto flotante.

44,90

54,57

~47,00 m. La pómez blanca (10%), de hasta 80 mm, con fenocristales de cuarzo (20%), irregular, de 4 mm, relleno de vesículas y negros (15%), irregulares, de 1 mm, los cuales alterados pasan a color verde. La pómez gris (10%), alcanza los 25 x 10 mm.

A partir de los **47,90 m.** se observan *fiammes* negros (20%), de vidrio, de 40 x 20 mm, los cuales presentan cumulitos de cuarzo (25%), irregular, de 2 mm.

~48,80 m. Aumenta la cantidad de *fiammes* de vidrio (60%), de 40 x 15 mm; textura fluidal en los *fiammes*.

~49,39 – 49,89 m. De manera continua disminuye la cantidad de *fiammes* de vidrio (30%).

~49,89 – 50,55 m. Aumenta la cantidad de *fiammes* de vidrio (60%), con tamaños de 40 x 15 mm; textura fluidal de los *fiammes*.

	~50,55 – 54,57 m. Zona de transición donde desaparecen los <i>fiammes</i> de vidrio, y se identifican pómez rosadas (15%), irregulares, de hasta 20 mm; con fenocristales de cuarzo (5%), irregular, de 2 mm y negros (2%), tabular, de 1 mm. NOC, BR
54,57 58,50	Toba. Matriz café anaranjada con cristaloclastos de cuarzo (8%), irregular, de 3 mm; plagioclasa (5%), tabular, de 1 mm y piroxeno (10%), granular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (3%), subredondeados, de hasta 8 mm. Pómez blanca (37%), irregular, de hasta 6 mm; con fenocristales de cuarzo (60%), irregular, de 1 mm, piroxeno (25%), granular, de 1 mm y plagioclasa (15%), tabular, de 1 mm, relleno de las vesículas. Mala selección con contacto flotante. CtN, NRT
58,50 59,41	Toba. Matriz verde con cristaloclastos anfíbol (7%), irregular, de 3 mm; cuarzo (15%), irregular, de 1 mm y plagioclasa (10%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles grises (1%), irregulares, de hasta 3 mm. Pómez blanca y rosada (20%), irregular, de hasta 4 mm. Buena selección con contacto lineal. CtN, NRT
59,41 59,46	Paleosuelo ~59,41 – 59,46 m. Arenisca fina, café-anaranjado, con fenocristales anfíboles (8%), irregulares, de 2 mm y cuarzo (15%), irregular, menores 1 mm. Líticos no reconocibles blancos (15%), irregulares, menores 1 mm; y rojos (10%), irregulares, menores 1 mm. Buena selección y en contacto puntual a lineal. Contacto neto irregular con la toba siguiente. CtN, NRT
59,46 59,64	Toba. Matriz café rojizo, con líticos no reconocibles negros (3%), irregulares, menores a 1 mm. Pómez blanca (5%), alargada, de hasta 3 mm. Buena selección con contacto flotante. NOC, NRT



59,64 62,30	~59,64 – 60,69 m. Toba. Matriz blanca con cristaloclastos de piroxeno (3%), granular, menor a 1 mm; plagioclasa (4%), tabular, de 4 mm y cuarzo (2%), irregular, de 2 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (5%), irregulares, de 1 mm. Lavas grises (6%), irregulares, de hasta 8 mm. Pómez blanca (15%), redondeada, de hasta 15 mm; con fenocristales piroxeno (5%), granular, de 3 mm. Pómez rosada (10%), irregular, de hasta 9 mm. Media selección con contacto flotante.
	~60,69 – 62,30 m. Toba. Matriz rosado claro con cristaloclastos de piroxeno (3%), granular, menor a 1 mm; plagioclasa (4%), tabular, de 4 mm y cuarzo (2%), irregular, de 2 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (5%), irregulares, de 1 mm. Pómez rosada (10%), irregular, de 9 mm. Pómez blanca (15%), redondeada, de hasta 15 mm, con fenocristales de piroxeno (5%), granular, de 3 mm. Media selección con contacto flotante. NOC, NRT

62,30
62,59

Toba. Matriz café rojizo con cristaloclastos de cuarzo (5%), irregular, de 1 mm; plagioclasa (3%), tabular, de 3 mm y piroxeno (4%), granular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (6%), redondeados, de 1 mm; y blancos (8%), angulares, menores a 1 mm. Buena selección con contacto flotante.

Hacia la base aumenta el tamaño de la pómez, se observa un horizonte de solo pómez de 3 cm de grosor y aparecen líticos no reconocibles grises (5%), angulares, de 5 mm. CtN, NRT

62,59
63,80

Brecha. Matriz fina, amarillo claro, silíceo, con fenocristales de cuarzo (10%), irregular, de 1 mm. Lavas grises (30%), angulares, de hasta 15 mm; y rojas (20%), redondeadas, de hasta 10 mm. Obsidiana (5%), redondeada, de 4 mm. Mala selección con contacto puntual. **NOC, NRT**

63,80
64,63

Brecha. Matriz gruesa, café-rojiza, silíceo, con líticos no reconocibles anaranjados (3%), redondeados, de 2 mm. Lavas (80%), angulares, de hasta 13,5 mm. Obsidiana (<1%), subredondeada, de hasta 15 mm. Mala selección con contacto lineal. **CtN, NRT**



64,63
74,67

~64,63 – 65,20 m. Toba. Matriz gris claro, con cristaloclastos de plagioclasa (2%), tabular, de 2 mm; cuarzo (5%), irregular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (1%), angulares, de 2 mm y pómez blanca (15%), alargada e irregular, de 5 mm, meteorizada adquiere un color anaranjado. Buena selección con contacto flotante.

~65,20 – 71,30 m. Toba. Matriz gris rosada con cristaloclastos de cuarzo (2%), irregular, de 2 mm; plagioclasa (3%), tabular, de 1 mm y piroxeno (1%), granular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (20%), irregulares, de hasta 25 mm; y gris oscuro

(10%), irregulares, de 8 mm. *Fiammes* anaranjados (3%), de 20 x 2 mm; y *fiammes* blancos (8%), de pómez, de 10 x 2 mm. Se identifican de manera esporádica pómez blanca, irregular, de hasta 40 mm. Medianamente seleccionado con contacto flotante.

~71,30 – 74,67 m. Toba. Matriz gris con cristaloclastos de cuarzo (3%), irregular, de 1 mm y piroxeno (1%), granular, de 1 mm. Escoria (3%), irregular, de hasta 10 mm. Pómez gris oscura (15%), irregular, de hasta 20 mm; y amarillo-anaranjado (5%), irregular, de 2 mm. *Fiammes* blancos (6%), de 4 x 1 mm de ancho. Mala selección con contacto flotante. **NOC, BR**

74,67
74,95

Toba. Matriz amarillo claro con cristaloclastos de cuarzo (5%), irregular, de 2 mm; plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm y piroxeno (15%) tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (1%), angulares, de 3 mm. Lavas gris oscuro (40%) angulares, de hasta 40 mm; con fenocristales de plagioclasa, tabular, de 2 mm. Mediana selección con contacto flotante. **CtN, NRT**





Toba. Matriz café oscuro con cristaloclastos de cuarzo (2%), irregular, menores a 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (15%), irregular, de 8 mm; y blancos (6%), redondeados, de 3 mm. Obsidiana (4%), alargada, de 3 mm. Escoria (15%), irregular, de hasta 50 mm. *Fiammes* de escoria (20%), de 40 x 5 mm. Mala selección con contacto flotante.

Nota: Hacia el techo la matriz adquiere un color rojo dada la alteración.

74,95
95,48

~**75,30 m.** La matriz cambia transicionalmente de un color anaranjado a un café oscuro y se observan clastos esporádicos de escoria, de hasta 80 mm.

~**75,30 – 77,10 m.** Aumenta la cantidad de clastos de escoria (20%).

~**77,10 – 80,30 m.** Predominan los *fiammes* de escoria hasta un 25%.

~**84,30 – 95,48 m.** Se reduce la cantidad de *fiammes* de escoria hasta desaparecer. **NOC, BR**

95,48
99,80

Toba. Matriz violácea con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles negros (5%), angulares, de 2 mm; anaranjados (3%), alargados, de 2 mm; y blancos (5%), irregulares, de 4 mm. Lavas grises (3%), angulares, de hasta 10 mm. Escoria (8%) irregular, de hasta 25 mm. Pómez amarilla (5%), irregular, de 6 mm. Mala selección con contacto flotante. **NOC, NRT**

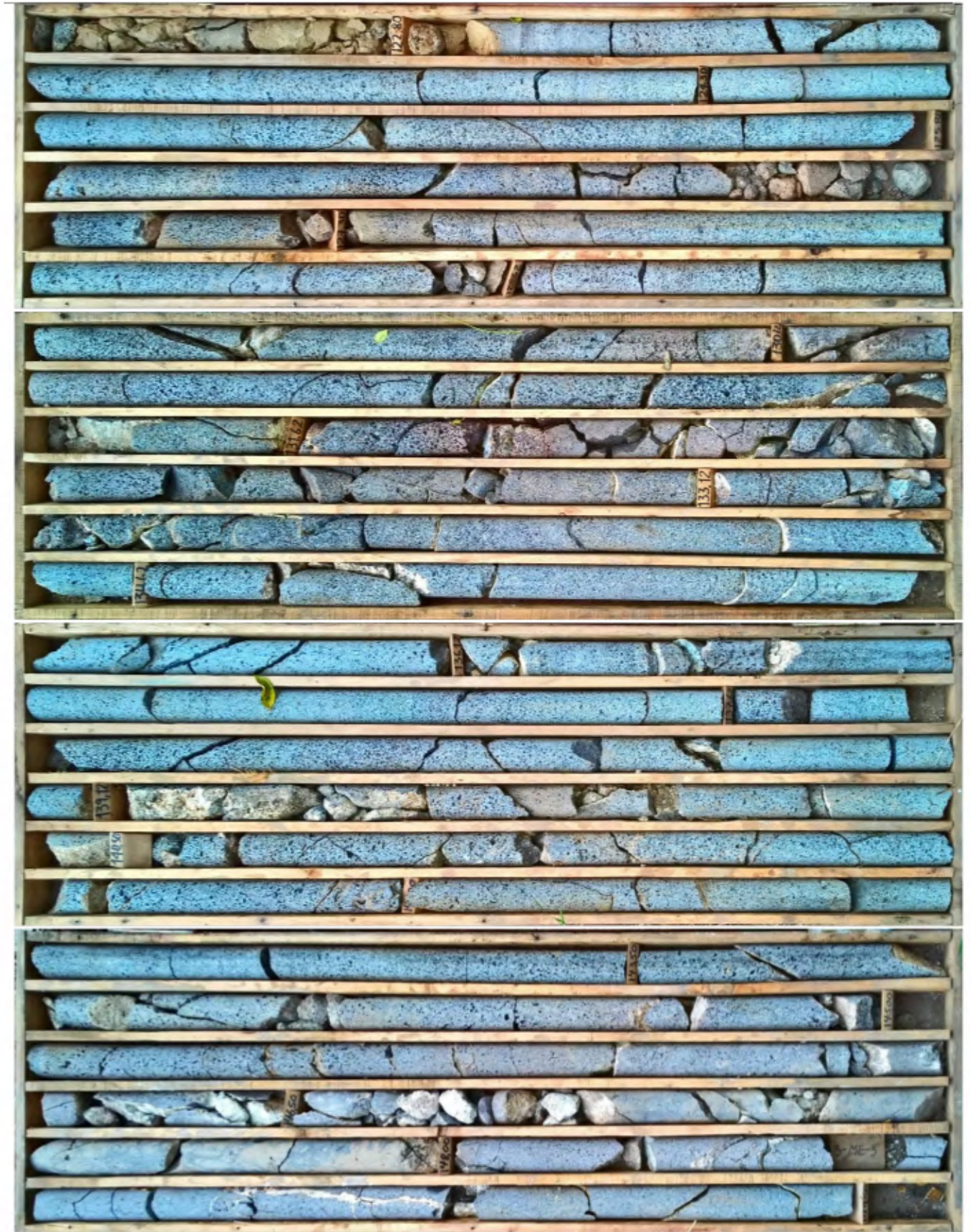


99,80 101,07	Toba. Matriz café anaranjada con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles grises (5%), angulares, de 3 mm. Escoria (10%), irregular, de hasta 15 mm. <i>Fiammes</i> de escoria (4%), de 40 x 5 mm; y <i>fiammes</i> anaranjados (7%), de 3 x 2 mm. Mala selección con contacto flotante. NOC, NRT
101,07 101,30	Toba. Matriz amarillo claro con cristaloclastos de cuarzo (3%), irregular, de 1 mm y plagioclasa (3%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles blancos (6%), subangulares, de hasta 10 mm; y anaranjados (10%), angulares, de 4 mm. Lavas grises oscuro (4%), angulares, de 6 mm. Mediana selección con contacto flotante. NOC, NRT
101,30 104,30	<p>~101,30 – 101,70 m. Toba. Matriz anaranjada con cristaloclastos de cuarzo (1%), irregular, de 1 mm. Materia orgánica (5%), alargada. Buena selección con contacto flotante. <i>Contacto neto</i></p> <p>~101,70 – 103,16 m. Toba. Matriz roja con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles grises (10%), angulares, de hasta 5 mm. Lavas rojas (1%), redondeadas, de hasta 2 mm. <i>Fiammes</i> de pómez anaranjada (2%), de 9 x 3 mm; y <i>fiammes</i> de pómez blanca (3%), de 9 x 3 mm. Mediana selección con contacto flotante.</p> <p>~103,16 – 104,30 m. Cambio transicional de una matriz de ceniza a vitrofírica con cristaloclastos de cuarzo (2%), irregular, de 3 mm y plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles blancos (4%), alargados, de 4 mm; anaranjados (2%), alargados, de 5 mm; y cafés (1%), angulares, de 5 mm. Buena selección con contacto flotante. NOC, NRT</p>
104,30 106,02	<p>Lava muy meteorizada. Lava afanítica – porfirítica, con matriz café-anaranjado y fenocristales de plagioclasa (3%), tabular, menor a 1 mm; piroxeno (2%), granular, menor a 1 mm.</p> <p><i>Alteración tipo “macha” de color negro. BR, Contacto transicional</i></p>
106,02 110,30	<p>Lava vesicular. Lava afanítica – porfirítica, con matriz gris oscuro y fenocristales de plagioclasa (15%), tabular, de hasta 3 mm. Vesículas (30%), irregulares, de hasta 20 mm.</p> <p><i>Alteraciones:</i></p> <p><i>Color verde claro, celeste y verde oscuro, relleno de vesículas.</i></p> <p><i>Alteración verde oscuro en la matriz.</i></p> <p><i>Hacia la base disminuye la cantidad de vesículas (3%) transicionalmente. BR, NOC</i></p>





110,30 115,94	Lava. Ídem 106,02 – 110,30 m. Sin vesículas y sólo presenta alteración verde oscuro en la matriz. BR, NOC
115,94 116,34	Lava vesicular muy meteorizada. Lava afanítica – porfirítica, con matriz roja y fenocristales de plagioclasa (15%), tabular, de hasta 2 mm. <i>Alteraciones:</i> <i>Plagioclasa hidratada.</i> <i>Pátinas negras.</i> <i>El color de la matriz cambia a color gris oscuro hacia la base. BR, Contacto transicional</i>
116,34 116,90	Lava vesicular. Lava afanítica – porfirítica, con matriz gris oscuro y fenocristales de plagioclasa (8%), tabular, de hasta 3 mm. Vesículas (65%), de hasta 10 mm. <i>Alteraciones:</i> <i>Plagioclasa hidratada.</i> <i>Alteración verde oscuro rellenando vesículas.</i> <i>Pátinas de color morado y verde claro en las vesículas. BR, NOC</i>
116,90 119,30	Lava muy meteorizada. Lava afanítica – porfirítica, con matriz anaranjada. Con líticos no reconocibles blancos (5%), irregulares, de hasta 5 mm; y negros (2%), irregulares, de hasta 2 mm. NRT, NOC
119,30 120,67	Lava vesicular. Ídem 116,34 – 116,90 m. Con vesículas de hasta 5 mm. <i>Alteraciones:</i> <i>Alteración verde oscuro rellenando vesículas. BR, NOC</i>
120,67 122,94	Toba. Matriz amarillo claro, con líticos no reconocibles anaranjados (1%), angulares, de hasta 1 mm. Materia orgánica (5%), sin forma definida. Buena selección con contacto flotante. <i>Los primeros 7 cm, son de matriz sin clastos, ni materia orgánica.</i> <i>Hacia la base incorpora clastos de lavas vesiculares. BR, NOC</i>



Lava. Lava afanítica – porfirítica, con matriz café y fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, de hasta 2 mm. Vesículas (30%), irregulares, de hasta 8 mm.

Alteraciones:

Plagioclasa con pátina anaranjada.

Alteración verde oscuro en la matriz.

Alteración celeste y verde claro en las vesículas.

122,94

~129,17 – 135,47 m. Aumento en el porcentaje de vesículas (60%), de hasta 15 mm.

148,53

~131,75 – 131,97 m. La matriz se vuelve color rojo – morado, y presenta alteración celeste y verde claro.

~135,47 – 136,12 m. Disminuye el porcentaje de vesículas (10%) y estas presentan alteración celeste y verde claro.

~145,48 – 148,53 m. Se pierde el porcentaje de vesículas hasta llegar a ser una lava africa. Se encuentra muy fracturada y meteorizada. **BR, Contacto transicional**



148,53

Lava muy meteorizada. Lava africa, muy meteorizada, con vetas síliceas, de hasta 15 mm de espesor, de color blanco amarillento. **NRT, NOC**

150,00

ME-4, 378099/286169, Profundidad 152 m

Prof. (m)	Litología y descripción
0,00	~8,30 – ~8,30 m. Arena poco compactada. Matriz amarillo claro con cristaloclastos de biotita cobre café (3 – 5%), hexagonal, menor a 1 mm y cuarzo (7%), irregular, menor a 2 mm. Líticos no reconocibles anaranjados y cafés oscuro (5%), angulares, menores a 2 mm. Pómez blanca (12%), subredondeada, menor a 2 mm. Muy friable. NRT, NOC-Transición.
~39,78	~8,30 – ~39,78 m. Toba. Matriz blanca con cristaloclastos de biotita (10%), de cobre a negro, hexagonal, menor a 2 mm; cuarzo ligeramente rosado (15%), irregular, menor a 5 mm y plagioclasa (7 – 10%), tabular, menor a 2 mm. Lavas meteorizadas rojas y moradas (3 – 5%), subredondeadas, menores a 5 mm, algunas oxidadas. Esporádicamente son de hasta 30 mm. Pómez blanca y amarillo claro fibrosa, pero no se puede estimar tamaño ni formas. Buena selección con contacto flotante.

~11,00 m. Se observan líneas de óxidos dispuestas verticalmente.

A partir de 12,34 m. Aumenta el tamaño y porcentajes de clastos (5 – 7%), hasta 10 mm.

~12,34 – ~13,34 m. Zona de fractura vertical donde se encuentran arcillas.

17,40 – ~18,32 m. Fracturas horizontales cada 3 – 20 mm, muy meteorizado, alteración a óxidos, friable, amarillo por oxidación y fragmentada.

~16,68 m. Pómez rosada de 45 x 10 mm.

A partir 18,84 m. Disminuye la alteración a óxidos y se observan clastos verde claro (<1%), esporádicos, compuestos por microcristales translúcidos y negros, redondeados, de 5 – 20 mm.

~24,84 m. Aparecen *fiammes* de pómez rosada (5 – 15%), de 5 – 30 mm, las más grandes con fenocristales de plagioclasa (5%), menor a 2 mm; cuarzo (8%), de 2 – 3 mm y biotita (3%), de 1 – 2 mm. Algunas presentan una aureola rosada claro y el centro es gris.
Alteración de color café oscuro y óxidos en zonas de fractura.

~32,34 m. En adelante los *fiammes* reducen su espesor a 1 – 2 mm; además la biotita presenta un tono dorado.

~36,84 – ~37,30 m. Matriz cambia a gris, se encuentra más meteorizada y friable.

~37,30 m. Matriz rosado claro.

~38,15 – ~39,78 m. Zona muy friable por la meteorización. ***NRT, NOC-Transición***

Se describen las zonas de fracturas presentes en toda la litología:

~8,30 – ~8,55 m. Fracturamiento horizontales cada 1 – 3 cm.

~11,75 – 12,34 m. Fracturas horizontales cada 1 – 5 cm.

~12,34 – ~16,48 m. Fracturas horizontales cada 3 – 35 cm.

~16,48 – ~16,58 m. Fracturas horizontales cada 3 – 6 mm.

~16,58 – 17,40 m. Fracturas horizontales cada 3 – 10 cm.

~18,32 – 18,84 m. Fracturas horizontales cada 3 – 25 cm.

~18,84 – 20,60 m. Fracturas horizontales cada 25 – 55 cm.

20,60 – 21,74 m. Fracturas horizontales cada 5 – 30 mm.

21,74 – 23,04 m. Fracturas horizontales cada 1 – 15 cm.

23,04 – 24,72 m. Fracturas horizontales cada 3 – 20 mm.

24,84 – ~28,60 m. Fracturas horizontales cada 3 – 30 cm.

~28,60 – ~28,90 m. Fractura vertical oblicua (70 – 80°) con alteración a óxidos.

~30,25 – ~30,84 m. Fractura vertical oblicua (80°) se observa estrías horizontales y gradas dadas por la mineralización, las cuales indican movimiento dextral, posible harina de falla con 10 mm de espesor de color amarillo claro.

32,34 – 35,34 m. Fracturas horizontales cada 6 – 30 cm.

35,34 – ~36,40 m. Fracturas horizontales cada 1 - 5 cm.

~36,40 – ~36,84 m. Fracturas horizontales cada 1 – 5 cm.

Zona transición. Zona de transición donde se observan láminas cafés, de 2 mm de espesor, se distinguen tres láminas cada 2 cm.

~39,72 – 39,84 m. Matriz verde amarillenta, con cristaloclastos de biotita dorada (10%), menor 1 mm. Líticos, pómez y fenocristales ídem de la litología anterior. **NOC**

~39,84 – ~39,96 m. Toba rosada ligeramente estratificada con óxidos.

~39,96 m. Láminas de 1 - 2 mm de espesor cada una a 5 mm, la primera lámina es café de grano extremadamente fino, con fenocristales posiblemente del tramo anterior.

Ésta es seguida de una concentración de cristaloclastos y pómez (75%), menores a 1 mm, en una matriz rosada con alteraciones negras (15%), menor 1 mm.

En la parte inferior la matriz cambia a amarillo, con biotita alterada (10%) menor 2 mm. Pómez blanca (15%), menor 2 mm.

~39,78

~40,40

Todo este tramo se encuentra en contacto puntual, buena selección, alteración a óxidos y presenta obsidiana (3%), menor a 1 mm.

~39,96 – ~40,28 m. Toba Matriz amarillo-verdoso con cristaloclastos (75%), de cuarzo y plagioclasa, menores a 2 mm. Líticos no reconocibles negros (5%), angulares a redondeados, menores a 1 mm. Pómez rosada, blanca y amarilla (15%), amorfa a subredondeada y fibrosa, menor a 2 mm. Buena selección con contacto puntual.

Alteración café (5%), menor a 2 mm.

~40,28 – ~40,31 m. Toba rosada ídem ~39,84 – ~39,96 m.

~40,31 – ~40,40 m. Al inicio se observa una lámina de concentración de cristaloclastos de cuarzo y plagioclasa, de 5 mm de espesor, verde. Luego una zona de 10 – 15 mm, de la toba rosada, con cristaloclastos de cuarzo y plagioclasa (7 – 10%), menores a 1 mm. Líticos no reconocibles negros y rojos (5%), angulares a redondeados, menores a 1 mm. Pátinas blancas (10%), subredondeada, menor a 2 mm. Pátinas cafés (10%), redondeadas, menor a 3 mm. **NRT, CtD – Irregular**

40,40 ~41,72	<p>Toba. Matriz verde con cristaloclastos (70%) de cuarzo, irregular, menor a 5 mm y plagioclasa, tabular, menor a 3 mm. Líticos no reconocibles negros (5%), subangulares a subredondeados, menores a 1 mm. Pómez rosadas y blancas (10 – 15%), amorfas a subredondeadas, de 2 – 20 mm; las más grandes con plagioclasa y cuarzo (10 – 15%), tabulares e irregulares, menores a 2 mm. Medianamente seleccionado con contacto puntual. Friable.</p> <p><i>Alteración café (5%), menor a 1 mm. BR, CtN-Irregular</i></p>
~41,72 ~41,75	<p>Toba. Matriz blanca con cristaloclastos de cuarzo y plagioclasa, irregulares y tabulares, menores a 1 mm. Líticos no reconocibles negros y pómez, menores a 1 mm. Contacto puntual.</p> <p><i>Zonas de concentración de cristales (85%).</i></p> <p><i>Niveles de óxidos menores a 1 mm. CtN - Irregular</i></p>
~41,75 ~44,14	<p>Toba. Matriz café grisácea con cristaloclastos de plagioclasa (3 – 5%), tabular, menores a 2 mm. Lavas meteorizadas (2 – 3%), grises, moradas y negras, angulares a subredondeadas, de 1 – 5 mm. Pómez café grisácea (5%), amorfa, de 3 – 15 mm; pómez amarillo claro y anaranjada (8 – 10%), amorfa, de 5 – 20 mm. Las más grandes tienen fenocristales de cuarzo y plagioclasa (5 – 10%), menor a 2 mm. Mala selección con contacto flotante. Friable y compactada.</p> <p><i>~43,30 – ~44,00 m.</i> Matriz anaranjado claro. Aumenta la cantidad de cristaloclastos de cuarzo y plagioclasa (10%), irregular y tabular, menor a 1 mm. Disminuye el tamaño y porcentaje de los clastos: Líticos no reconocibles negros y morados (3 – 5%), angulares, de hasta 5 mm; y pómez (5 – 7%), amorfa, de hasta 6 mm.</p> <p><i>Presenta fracturas horizontales cada 5 - 15 cm.</i></p> <p><i>~44,00 – ~44,40 m.</i> Matriz anaranjado intenso con cristaloclastos de cuarzo (40%), irregular, menor a 2 mm y plagioclasa (30%), tabular, menor a 2 mm. Líticos no reconocibles negros (10%), subangulares a subredondeados, menores a 1 mm. Lavas (2 – 3%), subangulares a subredondeadas, de hasta 5 mm. Pómez anaranjado claro (7%), subredondeadas a amorfas, de hasta 5 mm. Buena selección con contacto puntual.</p> <p><i>Cambio transicional donde se disminuyen los cristaloclastos y aumenta la pómez.</i></p> <p><i>~44,40 – ~44,70 m.</i> Matriz anaranjado intenso con cristaloclastos de plagioclasa (20%), tabular, menor a 2 mm y cuarzo (10%), irregular, menor a 2 mm. Líticos no reconocibles grises claro (2%), subangulares, de hasta 5 mm. Pómez anaranjada (50%), amorfa a subredondeada, de hasta 6 mm. Medianamente seleccionado con contacto flotante.</p> <p><i>El tramo se encuentra alterado a óxidos y arcillas.</i></p> <p><i>~44,70 – ~44,14 m.</i> Matriz anaranjada claro, con cristaloclastos de plagioclasa y cuarzo (5%), tabulares e irregulares, menores a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (<3%), subredondeados, menores a 1 mm, muy meteorizados.</p> <p><i>Presenta alteración de color negro y rosado claro. RT, NOC-Transición</i></p>
~44,14 ~44,55	<p>Toba. Matriz anaranjado fuerte con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, menor a 1 mm y cuarzo (3 – 5%), irregular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (10 –</p>

15%), subangulares, menores a 1 mm; y amarillos y rojos (2 – 3%), subredondeados, menores a 1 mm. Pómez anaranjada (5%), amorfa, menor a 1 mm, meteorizada. Mala selección con contacto flotante a puntual.

Presenta alteración negra en zonas de fractura.

~44,34 m. Aparecen líticos no reconocibles anaranjados, grises, blancos y negros (<15%), de hasta 20 mm. **BR, CtN- Irregular**

Toba. Matriz café grisáceo con cristaloclastos de plagioclasa (7 – 10%), tabular, menor a 3 mm. Líticos no reconocibles negros (2%), subangulares, menores a 2 mm. Lavas rojas y grises oscuro (5%), subredondeadas a subangulares, de hasta 8 mm. Pómez fibrosa gris oscuro, anaranjada y amarilla (10%), amorfa a subredondeada, de hasta 10 mm. Mala selección con contacto flotante.

Muy meteorizado.

~44,55 – 45,84 m. Zona muy fracturada y fragmentada.

45,84 – ~46,14 m. Se mantienen las características de la matriz y cristaloclastos. Lavas gris-celeste, moradas, rosadas y rojas (5%), angulares, de hasta 8 mm. Obsidiana (3%), subredondeada a angular, de hasta 4 mm. Pómez anaranjada y amarilla (5%), subredondeada, de hasta 10 mm. *Fiammes* de pómez gris y amarillo claro (5 – 7%), de 2 – 15 mm, los grises más grandes, con fenocristales de plagioclasa (5 – 10%), tabular, menor a 1 mm.

~44,55

~49,00

Alteración en las fracturas de color anaranjado claro, de 1 – 10 mm de espesor similar a una veta; presenta niveles de óxidos.

La matriz pasa de un café grisáceo a un café amarillento.

~46,14 – ~46,70 m. Aumento en el tamaño de las pómez (7%), estas se encuentran muy oxidadas y meteorizadas en los bordes, de formas alargadas de hasta 25 mm. También, se identifican escorias muy meteorizadas y con aureola de oxidación con tamaños desde los 45 x 45 mm con fenocristales de plagioclasa y anfíboles (15%), tabulares, menores a 2 mm.

~46,70 – ~49,00 m. Zona muy fracturada horizontal, vertical y oblicua.

Con las siguientes alteraciones: Negra y rosado claro. Posible porosidad secundaria (15%), dada por la erosión de pómez y cristales. RT, NOC-Transición

Toba. Matriz café-amarillento con cristaloclastos de plagioclasa (5 – 7%), tabular, menor a 2 mm y cristales translúcidos (3%), fracturados, menores a 2 mm. Obsidiana (3%), angular, de 1 – 10 mm angulosas; las más grandes con fenocristales de plagioclasa (10%), menor a 1 mm. Lavas (3%), subangulares a subredondeadas, de 3 – 5 mm. Pómez anaranjada - café (3%), subredondeada, de 2 – 5 mm. *Fiammes* negros (10%), de 3 – 45 mm, los más grandes contienen fenocristales alterados (3%), menor a 1 mm. Mala selección con contacto flotante. Bien soldado y compactado, poco friable.

~49,00

~54,20

~51,00 m. Escoria de hasta 45 x 30 mm, con fenocristales alterados (15%), menor a 2 mm, algunas presentan alteración verde.

~54,27 m. No hay *fiammes*, disminución gradacional.

~52,50 – ~54,20 m. Matriz gris con cristaloclastos de plagioclasa (10 – 15%), tabular, menor a 2 mm. Líticos no reconocibles blancos (1%), redondeados, de hasta 5 mm; y anaranjados (2%), subredondeados, de hasta 3 mm. Lavas grises y amarillas (3%), subangulares a subredondeadas, de hasta 5 mm. Obsidiana (2 – 3%), subangular a subredondeada, de hasta 5 mm, las más grandes con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, menor 1 mm. Pómez amarilla veteados con café, gris y café oscuro (7 – 10%), fibrosas, amorfas a subredondeadas, de hasta 25 mm. Mala selección con contacto flotante. **BR, NOC-Ni transición**

~54,20

Toba. Matriz gris verdosa, con cristaloclastos de piroxeno (2 – 3%), granular, menores 1 mm; anfíbol (2%), tabular, menor a 2 mm y plagioclasa (~6%), tabular, menor a 3 mm algunas presentan alteración verde (3%). *Fiammes* negros (<5%), de escoria, 14 x 3 mm. *Fiammes* blancos (5%), de 2 – 10 mm; alteración a óxidos y zonas con mineralización secundaria.

~54,90

Las fracturas presentan alteración de color negro y óxidos.

Roca con matriz desvitrificada muy alterada por ello se dificulta calcular el porcentaje matriz y clastos.

~54,84 m. Matriz con menos grado de desvitrificación. **BR, NOC-Transición**

Zona Transición. *Compuesta por dos tramos identificados y descritos de la siguiente manera:*

~54,90

~56,10

~54,90 – ~54,97 m. Toba. Matriz anaranjado claro con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (2%), angulares, menores a 1 mm. Hacia la base de este tramo se encuentra una zona de concentración de cristaloclastos y clastos (60%), con fenocristales de plagioclasa (40%), algunas están fracturadas. Líticos no reconocibles negros (5%), angulares, menores a 2 mm. Pómez anaranjada (10%), amorfa, menor a 3 mm. Buena selección con contacto puntual. Presenta alteración óxidos y arcillas, es friable y compactado.

~54,97 – ~56,10 m. Paleosuelo desarrollado de color marrón de grano fino, con fenocristales de plagioclasa (2 – 3%), tabular, menor a 1 mm y piroxeno (1 – 2%), granular, menor a 1 mm. Lavas rojas y grises (3%), subredondeadas, menores a 10 mm, meteorizadas. **BR, NOC-Transición**

~56,10

~61,34

Toba. Matriz gris con cristaloclastos de plagioclasa (1 – 2%), fracturada, tabular, menor a 1 mm. Lavas morado, anaranjado, gris y blanco (10%), angulares a subredondeadas, de hasta 10 mm, meteorizadas. Clastos anaranjados (3%), subredondeados, de hasta 3 mm. Pómez café claro, blanca y anaranjada (7%), subredondeada a subangular, de hasta 10 mm. Medianamente seleccionado con contacto flotante.

~56,40 – ~56,60 m. Zona con estrías sobre un plano de ~60° de inclinación donde las estrías tienen la misma dirección de inclinación; en la parte inferior las estrías se inclinan ~45° donde se observan gradas, con componente normal.

~56,74 m. Posible clasto de ceniza blanco/amarillento, con fenocristales negros (1 – 2%), mucho menores a 1 mm. Clastos no reconocibles (10%), angulares, de hasta 20 mm.

57,84 – 59,34 m. No hubo recuperación.

*Muy meteorizada, con fracturas horizontales principalmente cada 2 – 20 cm y fracturas verticales. Material friable, medianamente compactado y la transición hacia el siguiente tramo. **NRT, NOC – Transición***

Toba. Matriz violácea con cristaloclastos de plagioclasa (5 – 10%), menor a 2 mm; cuarzo (5 – 7%), menor a 2 mm; piroxeno (<1%), granular, menor a 1 mm y opacos (2%), menor a 1 mm. Lavas gris, morados, rojo y blanco (7%), angulares a subredondeadas, de 1 – 10 mm. *Fiammes* negros (8%), de 5 – 45 mm los más grandes con plagioclasa (5%), menor 2 mm, algunos de estos *fiammes* presentan alteración a óxidos. Mala selección con contacto flotante.

La matriz presenta alteración a óxidos y en las zonas de fractura presenta una alteración verde oscura y café. La plagioclasa presenta alineamiento horizontal; la matriz presenta textura fluidal con los clastos de lavas y por ultimo presenta porosidad secundaria dada por la alteración de los fiammes o cristales (5%).

~61,34

~66,84

~61,34 – ~65,90 m. Zona de fracturación horizontal cada 5 – 20 cm, también fracturas verticales y oblicuas con alteración anaranjado claro.

~65,90 – 66,84 m. Zona de fracturas horizontales cada 10 – 40 cm, la cantidad y tamaño de los *fiammes* disminuye (5%), de 5 – 30 mm.

~66,84 m. *Fiammes* negros (3 – 5%), de 3 – 20 mm, algunos presentan alteración óxidos; disminuye la cantidad y tamaño de los clastos (<5%), de hasta 5 mm. **NRT, NOC-Transición**

Toba. Matriz gris claro ligeramente lila con cristaloclastos de cuarzo (3 – 5%), irregular, menor 1 mm; plagioclasa (3%), tabular, menor a 1 mm, algunos con alteración verdosa (<1%) y piroxeno (1%), granular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles morados, grises, cafés y rojos (3 – 5%), subredondeados a subangulares, de hasta 10 mm, algunos presentan aureola de oxidación; y anaranjados y blancos (<2%), de 1 – 3 mm, muy meteorizados y oxidados, algunos fibrosos y porosos. Obsidiana (1 – 2%), amorfa a subredondeada, de hasta 6 mm. *Fiammes* de un tono ligeramente más oscuro que la matriz (5%), de hasta 45 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

66,84

~69,84

En la parte superior se observan fiammes negros con fractura concoide posible obsidiana alterada.

~67,50 m. Pómez gris, café amarillento y morado claro (15%), de hasta 45 mm, las más grandes con fenocristales de plagioclasa y piroxeno (3 – 5%), tabulares, menores a 2 mm.

	<p>~67,80 – ~69,84 m. Zona muy fracturada y meteorizada. NRT, NOC-Ni Transición</p> <p>Coluvio. Matriz ligeramente morada de grano fino, producto de la erosión del tramo anterior.</p>
<p>~69,84 ~72,20</p>	<p>A partir de los ~70,59 m. Clastos subredondeados, de esfericidad media a baja, de 5 – 45 mm, algunos alterados a óxidos. Mala selección.</p> <p>~69,84 – ~70,59 m. Muy friable y poco compactado. NRT, NOC-Ni Transición</p> <p>Toba. Matriz café claro con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, menor a 1 mm; piroxeno (1%), tabular, menor a 1 mm y cristales café-gris a gris-verde (1%), botroidal, menor a 2 mm, con brillo vítreo o en ocasiones tornasol. Líticos no reconocibles blancos (<2%), subredondeados, de hasta 6 mm. Lavas grises y moradas (3 – 5%), subredondeados a subangulares, de hasta 20 mm, algunos fracturadas y con alteración a óxidos. Obsidiana (2 – 3%), subangular a subredondeada, de hasta 5 mm. <i>Fiammes</i> gris (7 – 10%), de hasta 45 mm. Mala selección con contacto flotante.</p>
<p>~72,20 78,34</p>	<p>~74,84 – 77,85 m. Muy fracturada, fragmentada, meteorizada, friable y poco compactada.</p> <p>A partir de 77,85 m. Se observa lo siguiente: Matriz gris oscuro ligeramente verdoso, con textura perlítica y brillo vítreo, con cristaloclastos de plagioclasa (15%), tabular, menor a 2 mm. Líticos no reconocibles grises, morados, amarillos y rojos (3%), subredondeados, menores a 2 mm. <i>Fiammes</i> anaranjado, blanco y café (7%), de hasta 20 mm. Buena selección con contacto flotante.</p> <p><i>Muy alterada, fracturada y fragmentada, hay zonas donde la matriz cambia a un tono azul oscuro, con alteración de color verde. BR, NOC-Ni Transición</i></p>
<p>78,34 ~79,90</p>	<p>Paleosuelo bien desarrollado. Matriz café-anaranjada con líticos no reconocibles negros (5 – 10%), angulares, menores a 1 mm; y blancos, rojos y grises (<5%), angulares, menores a 5 mm. Hacia la base se observa pómez rosada y amarilla (3%), subredondeada, menor a 5 mm. BR, NOC-Transición</p>
<p>~79,90 ~89,70</p>	<p>~79,90 – ~80,40 m. Toba. Matriz café rosada con cristaloclastos de plagioclasa (1%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (1%), angulares, menores a 1 mm. Lavas moradas, anaranjadas y grises (5%), subangulares a subredondeadas, de hasta 10 mm, meteorizada. Pómez rosadas (3%), amorfas, de hasta 8 mm, muy meteorizadas, en la parte inferior. Mala selección con contacto flotante.</p> <p><i>Parte superior se presenta concentración de clastos (30 – 35%), de 3 – 10 mm.</i></p> <p>~80,40 – ~82,00 m. Toba. Matriz gris rosada con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, menor a 2 mm, muy meteorizada y piroxeno (3%), fibrosa, tabular, menor a 1 mm, con alteración verde limón. Pátinas anaranjadas (3%), tabulares y redondeadas, menor a 1 mm. Lavas negras, grises, anaranjadas y rojas (10%), subangulares a</p>

subredondeadas, de hasta 15 mm. Pómez verde y gris (15 – 20%), subredondeada, de hasta 45 mm, meteorizada, con óxidos. Mala selección con contacto flotante.

A partir de los ~86,00 m. Fiammes gris anaranjado, de hasta 15 mm.

~80,40 – ~87,30 m. Muy meteorizado.

~87,30 – ~88,75 m. Toba. Matriz violácea, desvitrificada con cristaloclastos de plagioclasa (15%), tabular, menor a 2 mm; cuarzo (5%), irregular, menor a 2 mm, algunos cristales agrupados, fracturados y con inclusiones negras y alteración verdosa (1%) y piroxeno (1 – 2%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles grises, amarillos y blancos (7 – 10%), subredondeados a subangulares, de hasta 10 mm. *Fiammes* de obsidiana (7 – 10%), de hasta 45 mm; y *fiammes* anaranjados (5%), de hasta 25 mm; textura fluidal dada por los *fiammes* alrededor clastos.

~88,75 – ~89,70 m. Toba. Matriz negra, con textura perlítica, con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, menor a 3 mm; y cuarzo (7 – 10%), poco redondeados, irregulares, menor a 2 mm, muy fracturados. Lavas grises, rojos y blancos (7 – 10%), subredondeados a subangulares, de hasta 20 mm, alterados. Pómez blanca (5%), amorfa y subredondeada, de hasta 15 mm con textura porosa por alteración. *Fiammes* de obsidiana (15%), de hasta 45 mm, con fenocristales de plagioclasa; y *fiammes* anaranjados (5%), de hasta 45 mm, con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, menor a 1 mm, meteorizada. Mala selección con contacto flotante.

Presenta textura fluidal dado por matriz y plagioclasa alrededor de los clastos. BR, CtD

Toba. Matriz vario color con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, menor a 2 mm y cuarzo (10%), irregular, menor a 1 mm. Lavas grises y anaranjadas (3 – 5%), subangulares, menores a 2 mm. Obsidiana (3%), angular a subangular, menor a 1 mm. Pómez blanca y amarilla (5%), amorfa a subredondeada, menor a 5 mm Buena selección con contacto flotante.

Tramos dados por color de la matriz:

~89,70 – ~89,85 m. Amarillo.

~89,70

~90,65

~89,85 – ~90,05 m. Rosado pálido.

~90,00 – ~90,30 m. Gris ahumado.

~90,30 – ~90,65 m. Rosado pálido.

~89,80 m. Zona con estrías en un plano inclinado ~45° y las estrías siguen la dirección de inclinación.

~90,30 – ~90,40 m. Zona concentración de cristales que forman estratificaciones con una inclinación de 30°, está conformada por obsidiana, cuarzo, plagioclasa, lavas y pómez rosada y café, todos menores a 5 mm.

~90,40 – ~90,41 m. Zona de concentración de pómez (90 – 95%), rosada y unas pocas café claro, amorfa, menores a 10 mm, las más pequeñas son fibrosas, con espesor de 1 cm.

~90,41 – ~90,49 m. Tramo de concentración de cristaloclastos (40%) y clastos (60%): cuarzo (40%), irregular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (40%), subredondeados, menores a 1 mm. Pómez café claro y anaranjada (20%), amorfa, menor a 2 mm.

*Las zonas de concentración se da contacto puntual y en general el flujo esta medianamente compactado y friable. **NTR, CtN-Irregular***

**~90,65
140,34**

Coluvio. Matriz rojiza de grano fino, con pátinas blancas (5%), menor 1 mm y líticos no reconocibles grises (<5%), angulares a subangulares, de hasta 10 mm. **NRT, NOC-Ni Transición**

**140,34
152,34**

Toba. Matriz gris con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, menor a 3 mm y epidota (1%), sin forma definida, menor a 2 mm. Lavas negras, grises, cafés y moradas (10%), subredondeadas a subangulares, de hasta 30 mm, meteorizadas. Obsidiana (5%), subangular, de hasta 45 mm, las más grandes con plagioclasa (10%), tabular, menor a 2 mm. Escoria (10%), amorfa, de hasta 45 mm. Pómez gris (7%), amorfa, de hasta 45 mm, las más grandes con plagioclasa (5%), tabular, menor a 1 mm. *Fiammes* grises oscuro (3%), de hasta 15 x 2 mm. Mala selección, con contacto flotante.

En zonas de fractura presenta alteración anaranjada claro.

Disminuye la cantidad de clastos de 40 a 20% con tamaños de 1 – 45 mm.

*La parte superior está muy fragmentada, observan clastos esporádicos de obsidiana de 30 mm, escoria de 20 mm y lavas de 30 mm. **BR***

ME-5, 379579/281482, Profundidad 148 m

Prof. (m)

Litología y descripción

Toba. Matriz blanca con cristaloclastos de cuarzo y plagioclasa (27 – 37%), fracturados y tabulares, de 3 mm; cuarzo rosado (10 – 15%), redondeado, de 3 mm y biotita (10 – 15%), dorada – café, hexagonal. Líticos no reconocibles negros (3%), angulares, menores a 1 mm. Pómez blanca y anaranjada muy clara (20%), amorfa a redondeada, de hasta 20 mm. Buena selección con contacto puntual.

**0,00
9,84**

0,00 – 6,54 m. Material suelto, muy poco compactado, friable.

6,54 – 9,84 m. Compactada y friable.

~9,05 m. Matriz ligeramente anaranjada (3%), posible oxidación.

Lámina de 2 mm de óxidos anaranjado intenso con alteración negra, asemejan manchas.

NRT, CtN

<p>9,84 11,34</p>	<p>Toba. Matriz gris verdosa con cristaloclastos de biotita (1 – 2%), dorada y café, hexagonal, menor a 1 mm; cuarzo rosado (5%), irregular, menor a 1 mm; y cuarzo y plagioclasa (52 – 58%), irregular y tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (5%), redondeados, menores a 1 mm. Caliza (<1%), irregular, menor a 3 mm. Lavas (10 – 15%), rojizos, grises, amarillentos, angulares, menores a 1 mm. Pómez blanca y rosada (10%), amorfa, menor a 1 mm. Buena selección con contacto puntual. NRT, NOC</p>
<p>11,34 12,84</p>	<p>Toba. Matriz anaranjado claro con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, menor a 1 mm y cuarzo (3%), irregular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (1%), angulares, menores a 1 mm. Lavas (10%), moradas y grises, angulares a subangulares, muy meteorizadas, de hasta 10 mm. Pómez (20%), anaranjado intenso y muy claro, amorfas, de hasta 20 mm. Mala selección con contacto flotante. <i>Alteración con pátinas rojas, cafés y negras, posible oxidación.</i> <i>Al final del tramo se ubica una lámina de espesor irregular, 5 – 15 mm, anaranjado oscuro y negro, asemeja un contacto quemado. NRT, NOC</i></p>
<p>12,84 23,80</p>	<p>12,84 – 14,81 m. Toba. Matriz café anaranjada con cristaloclastos de plagioclasa (5 – 8%), tabular, menores a 1 mm, algunas alteradas por óxidos a color anaranjado y negros, piroxeno (3%), granular, menor a 1 mm. Lavas (5%), grises y moradas, subangulares a angulares, de hasta 20 mm. Obsidiana (5%), subredondeados, de hasta 10 mm. Pómez anaranjada (muy oxidada) y gris (20%), amorfa, de hasta 45 mm. <i>Fiammes</i> (10%), anaranjados, de hasta 5 mm. Mala selección con contacto flotante y puntual. <i>El porcentaje de fiammes llega a ser 10%, hacia la base. NRT</i></p> <p>14,81 – 20,34 m. Se mantiene la cantidad de pómez anaranjada, con ligera reducción en el tamaño, aparecen <i>fiammes</i> de pómez gris. Lavas (5%), gris claro, angulares, de hasta 15 mm. Obsidiana (5%), angular, de hasta 5 mm. Escoria (<3%), subredondeada, de hasta 15 mm, las más grandes con plagioclasa (<5%), tabular, de 1 mm. Pómez anaranjada y gris (10%), subredondeada, de hasta 20 mm, algunas bandeadas. <i>Fiammes</i> anaranjados y grises (10%), de hasta 10 mm, algunos bandeados.</p> <p>~18,32 m. Escoria de 17 mm fracturada. Gradación inversa, la cantidad de clastos disminuye hacia la base (~20,34 m). Litoclastos (15%), menores a 8 mm, sin <i>fiammes</i>, y aparecen líticos no reconocibles blancos (<3%), subangulares, de hasta 3 mm.</p> <p>20,34 – 21,92 m. Sin <i>fiammes</i>. Litoclastos (15%), subangulares, menores a 8 mm.</p> <p>21,92 – 23,80 m. Líticos no reconocibles anaranjados (3%), angulares, de hasta 5 mm; y blancos (<3%), angulares, menores a 5 mm. Lavas (5%), gris claro, angulares, de hasta 10 mm. Obsidiana (<2%), angular a subangular, de hasta 4 mm. <i>Fiammes</i> de pómez gris oscuro (10 – 15%), de hasta 30 mm.</p> <p>RT, NOC</p>
<p>23,80 24,80</p>	<p>Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, menor a 1 mm. Lavas muy meteorizadas (3 – 5%), moradas, blancas y grises, angulares a subangulares, de 5 – 15 mm. Obsidiana (<2%), amorfa, de hasta 10 mm. Pómez blanca (5%), amorfa, de hasta 15 mm. <i>Fiammes</i> de pómez blanca y gris (5%), de hasta 20 mm. RT</p>

24,80 24,94	Toba. Matriz amarillo claro – anaranjada con líticos no reconocibles morados y grises (1 – 2%), redondeados, menores a 2 mm. Pómez (5%), subredondeada, de hasta 5 mm. Buena selección con contacto flotante. NRT, CtN
24,94 26,60	Paleosuelo. Matriz café – anaranjada con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, menor a 1 mm y piroxeno (5%), granular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles blancos (3%), subangulares, de hasta 5 mm. Lavas meteorizadas (5%), subangulares, de hasta 8 mm, con óxidos y arcillas. NRT, Contacto transicional
26,60 27,50	Toba. Matriz café – anaranjado con cristaloclastos de cuarzo (5 – 7%), fracturado, de 5 mm y plagioclasa (10%), tabular, menor a 3 mm, algunas con alteración verdosa (<1%). Lavas (10 – 15%), grises, rojas y anaranjadas, angulares a subredondeadas, de hasta 5 mm. <i>Fiammes</i> negros (15%), de hasta 10 mm. Mala selección con contacto flotante y puntual. <i>Plagioclasa con ligera alineación horizontal y algunos fiammes negros de obsidiana y la mayoría de pómez. NRT</i>
27,50 27,84	Toba. Matriz gris anaranjada (por oxidación) con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, menor a 1 mm. Lavas (5%), subredondeadas, de hasta 8 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante. <i>Muy alterada por óxidos, con líneas de óxidos (45%), de 3 mm, de espesor oblicuo. Hacia la base escorias (30%), amorfa, de hasta 45 mm, con plagioclasa (5%), tabular, muy meteorizada, menor a 2 mm. NRT</i>
27,84 28,60	Toba. Matriz anaranjado claro con cristaloclastos de plagioclasa (5 – 10%), tabular, menor a 2 mm; piroxeno (5%), granular, menor a 1 mm; y cuarzo (1 – 2%), irregular, menor a 2 mm. Lavas grises y moradas (5%), angular, de hasta 5 mm. Pómez anaranjada, rosada, gris y amarilla (10%), de hasta 45 mm, alargadas en el techo. Mala selección con contacto flotante. RT
28,60 42,84	Lavas vesiculares. Ídem 4Me 90,84 – 105 m. Lavas vesiculares. Lava negra de textura afanítica porfirítica, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de 2 mm y cristales verdes (10%), granulares, de 2 mm. Vesículas (20%), alargadas, 6 mm. NRT, CtN
42,84 64	Lavas lajeadas. Ídem 28,60 – 42,84 m. Lajeadas. Lava negra de textura afanítica porfirítica, con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, de 1 mm y piroxeno (15%), granular, de 3 mm. Con alteraciones anaranjada y amarilla. NRT, CtN
64 78,84	Lavas vesiculares. Ídem 28,60 – 42,84 m. Lava negra vesicular, de textura afanítica porfirítica, con fenocristales de plagioclasa (20%), tabular, de 3 mm. Vesículas (15%), alargadas, de hasta 6 mm. NRT, CtN
78,84 86,34	Toba. Matriz gris rosada con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm, algunas con alteración de color verde y cuarzo (5%), irregular, de 2 mm. Lavas (10%), rojas, grises claro y oscuro, subredondeadas, de hasta 20 mm, las más grandes con plagioclasa alterada (5%), tabular, de 2 mm. Obsidiana (3%), angular, menor a 3 mm. Pómez blanca y gris (7%), amorfas a subredondeadas, de hasta 20 mm, con poca alteración a óxidos, las más grandes con cuarzo y plagioclasa (<3%), irregular y tabular, menor a 1 mm, algunas alteradas de color verde. <i>Fiammes</i> (10 – 12%), de pómez grisácea, de hasta 15 mm. Mala selección con contacto flotante. <i>Pátinas de óxidos (2 – 3%), anaranjadas, redondeadas, de 2 – 5 mm. Plagioclasa con ligera alineación horizontal.</i>

~78,84 – 79,70 m. Tramo muy fracturado y meteorizado.

~79,70 – 85,10 m. Sana con fracturamiento vertical, oblicuo y horizontal cada 5 – 40 cm. *Fracturas con alteración anaranjada y pirolusita dendrítica; además de, clastos blancos muy redondeados.*

~85,10 – 86,34 m. Tramo muy fracturado y meteorizado. **BR, Contacto transicional**

86,34
87,50

Toba. Matriz gris con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, menor a 4 mm, con alteración verde; cuarzo (5 – 8%), irregular, menor a 3 mm, y piroxeno (3%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros y blancos (<2%), angulares, menores a 3 mm. Lavas (5 – 7%), rojas, grises claro y oscuro, subangulares, de hasta 10 mm. *Fiammes* (10%), de 40 x 5 mm, algunos anaranjados (posible oxidación), otros negros con fenocristales no identificables (10%), menores a 2 mm, posible oxidación. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

Matriz alterada a óxidos y arcillas.

Alteración negra, café y amarilla en fracturas.

Hacia la base la matriz cambia a ser casi negra – ligeramente morada, se mantienen los fenocristales y clastos, y se encuentra más meteorizada. RT, NOC, Contacto transicional

87,50
93,10

Toba. Matriz gris – café (mojada se observa café) con cristaloclastos de plagioclasa (5 – 10%), tabular, de 3 mm y cuarzo (3%), irregular, de 3 mm, con alteración verde e inclusiones negras (5%), menores a 1 mm. Líticos no reconocibles blancos (<2%), redondeados, menores a 5 mm. Lavas grises oscuro, claro y moradas (5 – 8%), subangulares, de hasta 10 mm. *Fiammes* de pómez gris y café (15%), de hasta 45 mm, las más grandes con plagioclasa (5%), tabular, menor a 1 mm, con alteración verdosa y posibles minerales de alteración negros. Mala selección con contacto flotante.

Pátinas de óxidos en la matriz (5%), irregulares, 5 – 10 mm.

Los fiammes cafés están carcomidos.

Fracturas verticales y horizontales cada 5 – 40 cm, con alteración de posibles óxidos y alteración negra – anaranjada.

Hacia la base en la transición se encuentran fiammes más anchos y en menor cantidad y posible pómez, de hasta 30 mm. RT, Contacto transicional

93,10
95,25

Toba. Matriz gris morado, desvitrificada con cristaloclastos de plagioclasa (10 – 15%), tabular, menor a 2 mm, algunos con alteración verdosa (5%) y piroxeno (10%), granular, menor a 1 mm. Lavas (<5%), grises oscuro y claro, subredondeadas, de hasta 8 mm. *Fiammes* (10%), gris claro, anaranjado claro y café, de hasta 20 mm con fenocristales de plagioclasa (<3%), tabular, menor a 1 mm y piroxeno (1%), granular, menor a 1 mm. Mala selección con contacto flotante.

Matriz muy alterada con óxidos y arcillas.


Muy fracturada, cada 3 – 20 cm, vertical, oblicua y horizontalmente.

~94,5 m. Matriz negra vitrofírica, con textura perlítica, con cristaloclastos de plagioclasa (5 – 7%), tabular, de 3 mm, alineada en la matriz y cuarzo (<5%), irregular, menor a 2 mm. Clastos (15%), misma cantidad, tipo y tamaño.

	<p>~95,25 m. Contacto quemado, o transición por cambio en el color de la matriz. RT</p>
	<p>~95,25 – 96 m. Toba. Matriz café claro con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, menor a 1 mm y piroxeno (5%), granular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros y rojizos (<3%), subangulares, de hasta 5 mm. Pómez blanca (15%), subredondeada, de hasta 8 mm. Medianamente seleccionado con contacto flotante.</p>
	<p>~95,34 m. Concentración de minerales y clastos con fenocristales de plagioclasa (25 – 30%), tabular, de 3 mm; cuarzo (5%), irregular, menor a 2 mm; y piroxeno (10%), granular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros, gris oscuro y rojos (10%), subangulares, de hasta 4 mm. Pómez amarilla y anaranjada (10 – 15%), amorfa, de hasta 3 mm.</p>
95,25 96,78	<p>~96 – 96,55 m. Matriz amarilla con cristaloclastos de plagioclasa (5 – 7%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles grises oscuro y cafés (10%), angulares, de hasta 5 mm. Pómez blanca y rosada (70 – 75%), amorfa, de hasta 5 mm. Una capa de pómez rosada, de 4 cm, inclinada ~30°.</p> <p><i>Estrías en un plano inclinado 30°, con dirección del plano. Gradas con mineralización secundaria, movimiento normal.</i></p> <p><i>Laminaciones de color negro, de 3 – 10 mm de espesor, inclinadas 30°.</i></p>
	<p>~96,55 – 96,78 m. Matriz compactada pero muy friable, con de pómez blanca (95%), amorfa, menor a 2 mm. Buena selección con contacto puntual. RT</p>
96,78 98,68	<p>Toba. Matriz gris verdosa con pómez (3%), blanca, café y morada, amorfa, menor a 5 mm.</p> <p><i>Muy fracturada y meteorizada, varía de gris a amarillo verdoso. NRT, Contacto difuso</i></p> <p>Toba. Matriz gris rosada con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm y piroxeno (5%), granular, menor a 1 mm. Lavas (5%), rojas, moradas y grises, subredondeada, de hasta 8 mm. Obsidiana (<3%), angular, menor a 3 mm. Pómez grises y amarillas (3%), amorfas, de hasta 10 mm. <i>Fiammes</i> (10%), de pómez amarilla y gris, de hasta 10 mm. Mala selección con contacto flotante.</p> <p><i>Pómez esporádica de hasta 40 mm.</i></p>
	<p>~103,70 m. <i>Fiammes</i> de obsidiana, de hasta 20 mm, a partir de este punto se reduce el porcentaje.</p>
98,68 111,84	<p>~107,30 m. <i>Fiammes</i> de obsidiana (5%), de hasta 30 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, menor a 2 mm.</p>
	<p>~110,40 m. No observan <i>fiammes</i> de obsidiana, disminuye la cantidad de <i>fiammes</i> grises (3 – 5%). Cambio en la tonalidad de matriz de gris – rosado a gris, misma ignimbrita que la inicial, pero con plagioclasa (3%), con alteración verde. Roca meteorizada y fracturada.</p> <p>RT, NOC</p>

111,84 113,34	Toba. Matriz gris con cristaloclastos plagioclasa (5 – 7%), tabular, menor a 2 mm. Líticos no reconocibles negros (<2%), subangulares, de hasta 5 mm. Pómez gris y amarilla (13%), amorfa, de hasta 20 mm, algunas alargadas, ligeramente alineadas a 20°. Mala selección con contacto flotante. NRT, NOC
113,34 113,50	Arenisca. Matriz amarillenta, fina, con laminación paralela. <i>Muy fragmentada y con estrías.</i> <i>Con laminaciones grises muy claras y rosas, menores a 3 mm de espesor. RT, CtN irregular</i>
113,50 114,13	Toba. Matriz café anaranjada con cristaloclastos de plagioclasa y cuarzo (5 – 7%), tabular e irregular, menor a 2 mm y piroxeno (3%), granular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles grises verdoso y anaranjados claro (5%), subredondeados, de hasta 5 mm; y negros y rojos (10%), angulares, de hasta 5 mm. <i>Matriz alterada a óxidos y arcillas. NRT, NOC</i>

CN-6, 363943/290452, Profundidad 102 m

Prof. (m)	Litología y descripción
0,00 ~0,55	 <p>Concreto</p>
~0,55 – ~0,60 m	Suelo. Matriz café de grano muy fino, con cristaloclastos de cuarzo y plagioclasa. Líticos no reconocibles negros y rojos, angulares, de hasta 6 mm. Mala selección poco consolidada. NRT, NOC
~0,55 ~3,00	~0,60 – ~1,54 m. Matriz café rojizo de grano muy fino, con materia orgánica y líticos no reconocibles negros y blancos redondeados, angulares, de hasta 30 mm. Mala selección, friable. NRT, NOC
~3,00 ~4,00	~1,54 – ~3,00 m. Matriz café anaranjada de grano fino, con líticos no reconocibles blancos (10%), de angulares a subredondeados, de hasta 2 mm. Pátinas anaranjadas de óxidos de aproximadamente 1 mm y con materia orgánica. NRT, NOC
~4,00 ~6,00	Arena fina. Matriz café rojizo con fenocristales de plagioclasa (2 – 5%), tabular, menor a 2 mm y biotita (2 – 5%), hexagonal, menor a 1 mm, friable. NRT, NOC
~4,00 ~6,00	Rudita. Matriz café anaranjada con fenocristales de plagioclasa y biotita (2 – 5%), tabular y hexagonal, menores a 2 mm. Líticos no reconocibles (80%), cafés claro redondeados y negros angulosos, de hasta 4 mm. Contacto puntual a flotante, friable. NRT, NOC

~6,00 ~8,00	Lutita. Matriz café grisáceo, limosa, con fenocristales de plagioclasa y cuarzo. Clastos negros, con pocos cristales.
~8,00 9,60	Toba. Matriz café anaranjada, con cristaloclastos de plagioclasa, tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros, blancos y rosados, angulares, menores a 1 mm. Lavas andesíticas, angulares, de hasta 50 mm. NOC
9,60 12,60	Arena. Material suelto, matriz café de grano fino – medio, con fenocristales de plagioclasa y piroxeno, tabulares, menores a 2 mm. Líticos no reconocibles anaranjados y negros. <i>Presenta óxidos. NRT, NOC</i>



12,60 14,10	Aluvi3n. Lavas andesíticas meteorizadas, moradas y grises, de hasta 40 mm. NRT, NOC
14,10 21,60	Paleosuelo. Material arcilloso, poco consolidado, matriz café anaranjada con fenocristales de plagioclasa (<2%), tabular. Friable. <i>~17,60 – 21,60 m. Presenta biotita hexagonal. NRT, NOC</i>





Paleosuelo. Material friable, de grano medio a grueso, con fenocristales de biotita. Contacto puntual.

~22,60 m. Aparecen líticos no reconocibles negros, con anfíbol y biotita, a mayor profundidad aumenta la cantidad de biotita.

21,60 ~25,75 m. Contacto quemado. Lámina de 3 – 4 mm de espesor de color anaranjado; tramos muy arcillosos y otros de grano fino con leves variaciones de tono de café grisáceo a café anaranjado.

~27,40 m. No hay biotita.

~28,00 – 36,60 m. Continúa el suelo de grano muy fino a arcilloso con fenocristales de biotita. **NRT, NOC**

36,60 Aluvión. Clastos de lavas andesíticas masivas a vesiculares, de hasta 40 mm. Mala selección. **NRT, NOC**

38,10 Arena. Arena de grano muy fino a fino con fenocristales de biotita hexagonal. **NRT, NOC**

38,10 Arena. Arena de grano muy fino a fino con fenocristales de biotita hexagonal. **NRT, NOC**

39,60 Aluvión. Lavas andesíticas y escorias de centimétricas a decimétricas, de hasta 150 mm con plagioclasa, tabular. **NRT, NOC**

~41,50 Arena. Matriz café grisáceo de grano muy fino, con fenocristales de biotita hexagonal. *Material inconsolidado, muy friable.*

~47 ~44,10 m. Matriz café rojizo, con fenocristales de plagioclasa (<5%).

~47 ~45,60 m. No hay biotita. **NRT, NOC**

50,10 Aluvión. Matriz amarillenta de grano fino a medio, con óxidos y arcillas. Líticos no reconocibles rojos oscuro y blancos y lavas andesíticas de hasta 50 mm. **NRT, NOC**

50,10 Capa de ceniza. Capa de ceniza estratificada con variación de tonos grisáceo, rosado y verdoso. **NRT, NOC**



~50,45 62,60	Aluvión. Lavas andesíticas masivas a vesiculares, redondeadas, de centimétricas a decimétricas. Algunos líticos no reconocibles de tonos blancuzcos a amarillentos se encuentran silicificados, y algunos clastos de toba meteorizada morada con <i>fiammes</i> anaranjados. NRT, NOC
62,60 65,10	Toba. Matriz café muy claro con cristaloclastos de biotita hexagonal. Se encuentran zonas menores a 2 mm con muchos cristales de cuarzo y plagioclasa (20 – 30%), irregular y tabular. Material poco consolidado, friable. NRT, NOC
65,10 66,60	Toba. Matriz café amarillento con cristaloclastos de biotita (1%), hexagonal, menor a 1 mm y plagioclasa (10%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados, amarillos, grises y morados (7%), angulares, de hasta 5 mm. Materia orgánica (3%), sin forma definida, hasta 3 mm. Medianamente seleccionada con contacto puntual a flotante. NRT, NOC



66,60 75,60	Aluvión. Matriz de ceniza grisácea con materia orgánica, que meteorizada se comporta como una arcilla café anaranjada. Lavas andesíticas, variables de masivas a vesiculares, y lavas moradas, centimétricas a decimétricas. NRT, NOC
75,60 77,10	Toba. Matriz blanca. Hacia el techo se encuentra una matriz de ceniza blanco grisáceo con óxidos y biotita (<1%), hexagonal, menor a 1 mm. Hacia el piso es la misma matriz con cristaloclastos de biotita, granular, anfíbol (3 – 5%), tabular, y plagioclasa (2%), tabular, menores a 1 mm. Líticos no reconocibles negros y rojos (5%), angulares, de hasta 2 mm.

~77,10 m. Nivel de concentración de óxidos de 2 mm de espesor. **NRT, NOC**

77,10
~87,60

Aluvión. Matriz café anaranjada con fenocristales de biotita, hexagonal. Líticos blancos silicificados. Líticos no reconocibles grises y blancos (10%), angulares, de hasta 6 mm. Tobas gris oscuro y rosada, vidriosa, con cristaloclastos de plagioclasa (5 – 10%), tabular. Lavas vesiculares (10%), con plagioclasa, tabular y vesículas (40%), alargadas, de hasta 8 mm, rellenas por una alteración que forma una pátina verde. *Fiammes* blanco grisáceo (10%), de hasta 50 mm. *Fiammes* gris claro (5 – 10%), de hasta 25 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante. **NRT, NOC**



87,60 – ~94,00 m. Toba. Matriz café oscuro grisáceo, con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles grises (3%), angulares, de hasta 5 mm. Lavas negras (5%), angulares, de hasta 45 mm, con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, menores a 2 mm, hinchada, con una aureola de oxidación y alteración verde. Escoria (4%), angular, de hasta 7 mm. Pómez anaranjada (1%), amorfa, de hasta 4 mm. *Fiammes* negros (15%), de escoria, de hasta 11 x 4 mm, algunos con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, 2 mm. Mala selección con contacto flotante.

Tramo muy meteorizado.

Escorias llegan a tener tamaños mayores a los 100 mm. NRT, NOC.

~87,60
102,00

~94,00 – ~95,00 m. Matriz gris con cristaloclastos de plagioclasa (8%), tabular, de 2 mm y piroxeno (2%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados y oxidados (3%), angulares, menores a 2 mm. Lavas andesíticas (7%), de angulares a subredondeados, menores a 15 mm. Obsidiana (5%), amorfa, menor a 2 mm. Escoria (15%), amorfa, de hasta 4 cm, con plagioclasa. Pómez gris, (10%), amorfa, de hasta 30 mm y baja esfericidad. Mala selección con contacto flotante. **NRT, NOC.**

~95,00 – ~97,40 m. Matriz ligeramente rosada, con cristaloclastos de plagioclasa (10 – 15%), tabular, menor a 1 mm y piroxeno (5%), tabular, menor a 1 mm, con alteración verdosa. Lavas andesíticas grises (8%), angulares, de hasta 30 mm. Obsidiana (5%), amorfa, menor a 3 mm, con aureola de oxidación. Escoria (5%), amorfa, de hasta 20

mm. Pómez gris y blanca (10%), amorfa, de hasta 30 mm. Mala selección con contacto flotante. **RT, NOC**.

~97,40 – ~99,70 m. Matriz igual al tramo anterior con lavas andesíticas grises (10%), angulares a subredondeadas, de hasta 45 mm, algunas con plagioclasa y aureola de oxidación. Obsidiana (10 - 15%), amorfa, de hasta 45 mm, meteorizada (más común en el techo). Pómez gris (5%), amorfa, menor a 20 mm. *Fiammes* de obsidiana (20%), de hasta 45 mm, los más grandes con fenocristales de plagioclasa. Mala selección con contacto flotante a puntual. **RT, NOC**.

Hacia el piso se encuentra textura fluidal que rodea los clastos, algunos de los clastos rodeados son lavas alteradas cafés. Todo se encuentra muy fracturado (horizontal).

~99,70 – 100,20 m. Ídem, con pómez grises, de hasta 80 x 45 mm y 30 x 25 mm, con fenocristales de piroxeno y plagioclasa, tabulares, de 2 mm. *Fiammes* carcomidos, de hasta 25 x 20 mm, 45 x 20 mm y 10 x 10 mm, con alteración anaranjado claro. **RT, NOC**.

~100,20 m. *Fiammes* blancos de hasta 45 x 10 mm y 60 x 45 mm. **RT, NOC**.

CN-7, 360013/279172, Profundidad 152 m

Prof. (m)	Litología y descripción
0,00 0,64	Concreto
0,64 0,83	Suelo. Matriz negra con líticos no reconocibles blancos (6%), subredondeados, de hasta 4 mm; negros (2%), redondeados, de hasta 3 mm y anaranjados (3%), irregulares, de hasta 1 mm. Buena selección con contacto flotante. NOC, NRT
0,83 3,60	Arenisca. Matriz café claro, de grano fino, silícea, con fenocristales piroxeno (4%), granular, menores a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (15%), redondeados, de hasta 4 mm; y rojos (2%), subangulares, menores a 1 mm. Calcita (10%), angular, menor a 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante. NOC, NRT
3,60 3,73	Lutita. Matriz café oscuro, silícea, con fenocristales de plagioclasa (2%), arcillitizada, tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles negros (4%), angulares, de hasta 2 mm. Buena selección con contacto flotante. <i>Pátinas amarillas irregulares con tamaño variables 3 – 10 mm. NOC, NRT</i>

3,73 7,60	Arenisca. Ídem 0,83-3,60 m, con aumento en el contenido de fragmentos de calcita (20%), de hasta 40 mm. NOC, NRT
7,60 10,60	Arenisca. Matriz café oscuro de grano fino, silícea, con fenocristales de cuarzo (15%), irregular, menores 1 mm. Calcita (5%), irregular, de 1 mm. Líticos no reconocibles negros (5%) y rojos (5%), irregulares, menores 1 mm. Buena selección con contacto flotante a puntual. NOC, NRT



Aluvión. Alternancias de fragmentos redondeados de lavas y arena suelta.

~10,60 - 11,65 m. Fragmentos de lavas (20%), redondeados, de hasta 50 mm; con textura afanítica – porfirítica, con fenocristales de plagioclasa (20%), tabular, de 4 mm y piroxeno (3%), meteorizado, granular, de 1 mm. Algunos fragmentos presentan vesículas y otros están muy meteorizados.

~11,65 – 12,03 m. Arena suelta de grano fino, con fenocristales de cuarzo (23%), irregulares, de 1 mm y plagioclasa (6%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles rojos (5%), redondeados, menores 1 mm; negros (50%), angulosos, menores a 1 mm; y anaranjados (15%), redondeados, menores a 1 mm. Pómez (1%), alargada, de hasta 2 mm. Buena selección.

10,60
18,65

~12,03 – 12,60 m. Fragmentos de toba, de hasta 25 mm.


~12,60 – 15,60 m. Fragmentos de lava, vesicular a masiva, meteorizada, subangulares a redondeadas, de hasta 50 mm y fragmentos de toba café claro, con cristaloclastos de piroxeno (<1%), granular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (5%), redondeados, menores a 1 mm. Buena selección con contacto flotante.

~15,60 – 18,60 m. Ídem 11,65 – 12,03 m.

~18,60 – 18,65 m. Fragmentos de lava y toba, subredondeados, de hasta 30 mm. **NOC, NRT**

18,65
18,98

Arena. Al inicio del tramo es una arena suelta de grano fino ídem 11,65 – 12,03 m, meteorizada, café claro.

	<i>Hacia la base de forma transicional se observa una arenisca amarilla, de grano fino silíceo, con líticos no reconocibles anaranjados (<1%) angulares, de 2 mm. Presenta pátinas negras. NOC, NRT</i>
18,98 26,10	Toba. Matriz café claro con cristaloclastos de piroxeno (3%), granular, de 1 mm y cuarzo (2%), irregular, de 1 mm. Caliza (5%), irregular, de 3 mm. Pómez (20%), anaranjada, alargada, de hasta 15 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante. NOC, NRT
26,10 27,60	Arenisca. Idem 0,83 – 3,60 m. NOC, NRT
27,60 29,10	Paleosuelo. Matriz negra con líticos no reconocibles verdes (80%) reaccionan HCl, irregulares, de hasta 30 mm; y grises (5%), redondeados, de hasta 3 mm. Buena selección con contacto flotante. <i>El porcentaje de clastos verdes aumenta hacia la base. NOC, NRT</i>
	Alternancias de arenisca y toba dispuestas de la siguiente manera: <p>~29,10 – 29,31 m. Arenisca de matriz gris oscuro de grano fino, con fenocristales de cuarzo (23%), irregulares, de 1 mm y plagioclasa (6%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles rojos (5%), redondeados, menores 1 mm; negros (40%), angulosos, menores a 1 mm; y anaranjados (15%), redondeados, menores 1 mm. Pómez (1%), alargada, de hasta 2 mm. Se observan vetas de calcita de 3 mm de espesor. Buena selección con contacto flotante y puntual.</p> <p>~29,31 – 29,53 m. Toba. Matriz café claro con cristaloclastos de cuarzo (8%), irregulares, de 1 mm y piroxeno (15%), granular, menores 1 mm. Pómez amarillo – anaranjada (10%), irregular, de hasta 2 mm, meteorizada. Buena selección con contacto flotante.</p> <p>~29,53 – 31,05 m. Ídem 29,31 – 29,53 m, más meteorizada y arcillitizada en la parte central.</p> <p>~31,05 – 32,26 m. Ídem 29,10 – 29,31 m, sin vetas de calcita. NOC, NRT</p>
29,10 32,26	
	
32,26 33,60	Lutita. Matriz café oscuro, silíceo, con fenocristales de cuarzo (2%), irregular, menor a 1 mm. Pómez (3%), angular, de hasta 2 mm. Buena selección con contacto flotante.

Zonas con alta concentración de alteración de color anaranjado no identificable. NOC, NRT



**33,60
45,50**

Toba. Matriz blanca, muy meteorizada, con líticos no reconocibles anaranjados (2%), irregulares, menor a 1 mm y fragmentos de lutita (20%), café oscuro, irregular, menor a 2 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción respecto a la parte sana, que se observa en el interior del núcleo, la parte externa tiene diferentes colores (amarillo, rojo claro, rojo oscuro y café claro). **NOC, NRT**

Aluvión. Alternancias de arena suelta y zonas con fragmentos redondeados de lavas y otras rocas.

~45,50 – 45,64 m. Arena suelta de grano muy fino, ídem 11,65 – 12,03 m.

~45,64 – 47,10 m. Fragmentos de toba, amarillo claro, con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles negros (5%), irregulares, menores a 1 mm. Pómez (15%), blanca, irregular, de hasta 10 mm. Buena selección con contacto flotante.

**45,50
57,60**

~47,10 – 48,75 m. Arena suelta café oscuro de grano fino, con fenocristales de cuarzo (15%), irregular, menores a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (20%), irregulares; rojos (3%), redondeados; y anaranjados (10%), angulares; todos con tamaño menor a 1 mm. Buena selección con contacto flotante a puntual.

~48,75 – 50,10 m. Ídem 11,65 – 12,03 m.

~50,10 – 50,19 m. Ídem 47,10 – 48,75 m.

~50,19 – 52,60 m. Fragmentos de lavas masivas a vesiculares, meteorizadas, redondeadas, de hasta 40 mm.

~52,60 – 52,69 m. Ídem 47,10 – 48,75 m.

~52,69 – 53,60 m. Fragmentos de lavas, angulares, de hasta 50 mm, con alteración de color blanco.

~53,60 – 54,60 m. Ídem 47,10 – 48,75 m.

~54,60 – 57,60 m. Fragmentos de lavas, angulares, de hasta 30 mm, con alteración de color blanco y anaranjado. **NOC, NRT**



~57,60 – 60,60 m. Paleosuelo. Matriz café rojizo de grano fino, con cristaloclastos de cuarzo (3%), irregular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (5%), irregulares, menores a 1 mm; y anaranjados (<1%), irregulares, de hasta 2 mm. Buena selección, con contacto flotante.

57,60
65,72

~60,60 – 60,67 m. Fragmentos de lavas meteorizadas, subredondeados, de hasta 25 mm.

~60,67 – 64,03 m. Ídem 57,60 – 60,60 m.

~64,03 – 65,72 m. Ídem 0,64 – 0,83 m. **NOC, NRT**

65,72
68,81

Paleosuelo. Matriz café claro, con fenocristales de plagioclasa (3%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles rojos (5%), angulares, de hasta 1 mm; y negros (10%), angulares, de 1 mm. Materia orgánica sin forma definida (3%). No reacciona al HCl. Alteración de color blanco. Buena selección con contacto flotante.

*Hacia la base se encuentran clastos de pómez (2%), irregular, de 2 mm. **NRT, NOC***

Materiales aluviales

~68,81 – 68,85 m. Lavas blancas y anaranjadas, subredondeadas, de hasta 30 mm, muy meteorizados.

68,81
81,86

~68,85 – 69,60 m. Arena suelta café claro, con fenocristales de cuarzo (55%), irregular, de hasta 1 mm, plagioclasa (20%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (5%), angulares, menores a 1 mm; rojos (5%), angulares, menores a 1 mm; y negros (10%), redondeados, menores a 1 mm. Pómez (5%), irregular, menor a 1 mm. Buena selección con contacto lineal.

~69,60 – 69,64 m. Lavas vesiculares blancas y anaranjadas, muy meteorizadas, angulares, de hasta 30 mm.

~69,64 – 70,60 m. No hay recuperación.

~70,60 – 71,30 m. Ídem 68,85 – 69,60 m.

~71,30 – 72,64 m. Ídem 69,60 – 69,64 m, con líticos no reconocibles de hasta 50 mm, angulares a subangulares.

~72,64 – 72,80 m. Suelo anaranjado oscuro, con líticos no reconocibles.

~72,80 – 73,00 m. Arenisca fina café claro, con fenocristales de cuarzo (2%), irregulares, mucho menores a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (5%), angulares, de hasta 1 mm; y rojos (15%), angulares a subangulares, de hasta 1 mm. Pómez (3%), irregular, de 1 mm. Materia orgánica sin forma definida (2%). No reacciona al HCl. Buena selección con contacto lineal y puntual.

~73,00 – 74,63 m. Suelo café anaranjado, con fenocristales de cuarzo (<1%), irregular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (3%), angulares, menores a 1 mm; grises y anaranjados (<1%), redondeados, menores a 1 mm. Buena selección con contacto flotante.

~74,63 – 75,60 m. Ídem 72,8 – 73,00 m. Con clastos de hasta 5 mm. Mediana selección con contacto lineal.

~75,60 – 77,10 m. Fragmentos de lava blanca, angulares, de hasta 40 mm, muy meteorizados.

~77,10 – 80,10 m. Ídem 72,8 – 73,00 m. Más fina.

~80,10 – 81,86 m. Fragmentos de lavas, redondeados, de hasta 40 mm. Textura afanítica – porfírica, con fenocristales de plagioclasa (3%), tabular, de hasta 3 mm, alteradas a epidota, en una matriz gris oscuro. **NRT, NOC**



81,86 83,73	Toba. Matriz verde blancuzca, con líticos no reconocibles negros (10%), redondeados, menores a 1 mm. Pómez (2%), irregular, de hasta 5 mm, muy meteorizada; y anaranjada (<1%), redondeados, menores a 1 mm. No reacciona al HCl. Mala selección contacto flotante. BR, NOC
83,73 88,30	Toba. Matriz amarillo claro, con cristaloclastos de piroxeno (5%), granular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (3%), redondeados, menores a 1 mm. Pómez blanca (10%), redondeada, de hasta 3 mm. Mala selección con contacto flotante. ~86,10 m. Tramo de 1 cm, con clastos de lutita (10%), café oscuro, angular, de hasta 10 mm. BR, NOC
88,30 89,12	Toba. Matriz amarillo claro, con pómez blanca (2%), alargada, de hasta 4 mm. Buena selección con contacto flotante. NRT, NOC
89,12 90,95	Toba. Matriz amarillo claro, con cristaloclastos de cuarzo (10%), irregular, menor a 1 mm y piroxeno (5%), granular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles grises (10%), angulares, de hasta 3 mm; y rojos (3%), angular, menor a 1 mm. Pómez blanca (2%), redondeada, de hasta 4 mm. Buena selección contacto flotante a puntual. NRT, NOC
90,95 92,57	Toba. Ídem 83,73 – 88,30 m, con líticos no reconocibles blancos (15%), alargados, de 5 mm. NRT, NOC
	
92,57 93,00	Toba. Ídem 89,12 – 90,95 m. con lavas (20%), redondeadas, de hasta 20 mm. Pómez (10%), redondeada, de hasta 15 mm. Mala selección con contacto flotante a puntual. NRT, NOC
93,00 96,85	Toba. Matriz gris claro (cuando está seca), con cristaloclastos de cuarzo (3%), irregular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (3%), redondeados, de 1 mm; y gris oscuro (8%), subangulares a angulares, de hasta 20 mm. Pómez blancas y amarillas (15%), irregulares, de hasta 40 mm, con fenocristales de piroxeno (5%), granular, menor a 1 mm. Mala selección con contacto flotante. Muy meteorizada. NRT
96,85 99,65	Toba. Ídem 93,00 – 96,85 m, con cristaloclastos de plagioclasa (<1%), tabular, menor a 1 mm; piroxeno (5%), tabular, de 1 mm; y cuarzo (3%), irregular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles gris oscuro (10%), subangulares a angulares, de hasta 25 mm. Pómez café claro (30%), alargada, de hasta 40 mm. Mala selección con contacto flotante. BR



99,65
102,00

Toba. Matriz gris oscuro con lavas gris claro a gris oscuro (<5%), subangulares, de hasta 20 mm. Pómez amarillo claro (5%), redondeados, de hasta 8 mm. *Fiammes* de vidrio volcánico (30%), alargados, de 50 mm de ancho máximo (largo no visible, abarca más del núcleo). Mala selección con contacto flotante y puntual.

~101,55 – 102,00 m. Hacia el techo no hay *fiammes* y los líticos (8%), de hasta 40 mm, presentan gradación normal. Hacia la base aumenta el porcentaje de clastos (70%), de composición: Lavas (45%), pómez (20%) y fragmentos de vidrio (5%). Mala selección con contacto puntual a lineal. **BR, Contacto transicional**

102,00
104,04

Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos cuarzo (10%), irregular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles rojos (3%), redondeados, menores a 1 mm; anaranjados (3%), angulares, menores a 1 mm; y grises (8%), angulares, menores a 1 mm. Buena selección con contacto flotante.

~102,41 – 104,04 m. Ídem 102,00 – 102,41 m, con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, de hasta 2 mm, hinchada. Líticos no reconocibles grises oscuro y negros (10%), irregulares, de hasta 5 mm; y blancos (10%), irregulares, de 1 mm. Buena selección con contacto flotante. **RT**



104,04
107,64

Toba. Matriz verde amarillento, con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles rojos y anaranjados (<1%), irregulares, menores a 1 mm; y blancos (3%), irregulares, de hasta 3 mm. Pómez blanca (10%), irregular, de hasta 5

mm. Materia orgánica sin forma reconocible (<1%). Medianamente seleccionada con contacto flotante y puntual. **NRT**

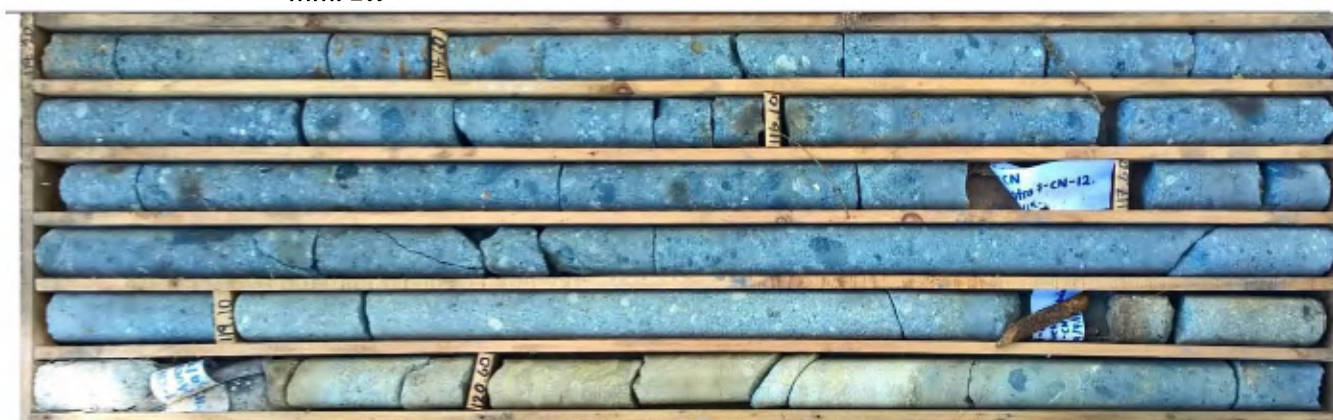
~**104,54 – 107,14 m.** Disminución en pómez (2%). Aumento en la materia orgánica (5%). Presenta vetas de calcita (20%), bordes irregulares, de 5 mm. Buena selección con contacto flotante. **BR**

~**107,14 – 107,64 m.** Cuarzo (8%), irregular, de hasta 2 mm. Líticos no reconocibles grises (20%), angulares, de hasta 5 mm; y rojos (<1%), angulares, de hasta 5 mm. Pómez blanca (10%), irregular, de hasta 3 mm. Mala selección con contacto flotante y puntual. **BR**

107,64
112,87

Toba. Matriz gris verdosa con cristaloclastos de piroxeno (5%), granular, de hasta 1 mm; y plagioclasa (<1%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (5%), angulares, de hasta 3 mm. Pómez blanca (60%), irregular, de hasta 30 mm, con fenocristales de piroxeno (15%), granular, menor a 1 mm, plagioclasa (3%), tabular, de 1 mm. Mala selección con contacto flotante y puntual.

Hacia la base el porcentaje de pómez disminuye (20%) y el tamaño aumenta hasta 50 mm. **BR**



112,87
119,84

Toba. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de piroxeno (8%), tabular, de 2 mm. Lavas grises (10%), irregulares, de hasta 8 mm; y rojas (3%), irregulares, de hasta 5 mm con plagioclasa (15%), tabular, menor a 1 mm. Obsidiana (7%), alargada e irregular, de hasta 15 mm, con plagioclasa (10%), tabular, menor a 1 mm. Escoria (9%), amorfa, de 4 mm, con plagioclasa (15%), tabular, menor a 1 mm. Pómez blanca (7%), redondeada, de hasta 8 mm. Mala selección con contacto flotante y poco lineal.

Nota: Hacia la base aumenta el tamaño de la pómez hasta 40 mm en colores gris subredondeada y blancas redondeadas, se presentan los líticos rojos (1%), lavas (2%), vidrio (2%) y pómez (45%). **NOC, BR**

119,84
120,41

Toba. Matriz gris con cristaloclastos de piroxeno (<1%), granular y plagioclasa (<1%), tabular, menores a 1 mm. Lavas grises oscuro (20%), angulares, de hasta 3 mm. Pómez amarilla (70%), irregular, de hasta 5 mm. Materia orgánica (5%), sin forma definida. Mala selección con contacto suturado entre clastos. **NOC, BR**

120,41
121,02

Toba. Matriz blanca con cristaloclastos de cuarzo (10%), irregular, de 1 mm; plagioclasa (8%), tabular, de 1 mm y piroxeno (6%), tabular, de 1 mm. Buena selección con contacto flotante. **CtN, BR**



121,02
123,15

Toba. Matriz gris claro con líticos no reconocibles negros (3%), irregulares, de 1 mm. Pómez blanca (15%), colapsada, de hasta 40 mm, con fenocristales de cuarzo (10%), irregular, de 2 mm y piroxeno (15%), granular, de 3 mm. Pómez gris oscuro (25%), redondeada, de hasta 50 mm, con fenocristales de piroxeno (5%), granular, de 2 mm. Mala selección con contacto flotante y puntual.

La pómez blanca, cuando se meteoriza adquiere una tonalidad amarilla.

Hacia la base se observa una disminución en el tamaño y porcentaje de los líticos y pómez; los líticos de vidrio (5%), redondeado, de 8 mm; escoria (5%), irregular, de hasta 30 mm; pómez blanca (15%), irregular, de hasta 7 mm y clastos de lava (3%), irregular, de 5 mm.

*Base horizonte de 3 cm de espesor donde se da una concentración de clastos de lava (50%), irregular, de hasta 15 mm. **NOC, BR***

123,15
123,64

Toba. Ídem 107,64 – 112,87 m. Matriz gris claro con cristaloclastos (<1%), mucho menores 1 mm, no identificables. Pómez (60%), angular, de hasta 40 mm. Presenta pátinas celestes. **CtN, BR**

Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos (<1%), mucho menores a 1 mm, no identificables y vetas blancas, de 5 a 10 mm de espesor.

En general presenta una pátina café irregular.

~124,56 m. Misma litología, muy meteorizada y la matriz cambia a un color amarillento.

123,64
143,10

~135,10 – 136,10 m. no hay recuperación.

~137,10 – 138,10 m. no hay recuperación.

~140,10 – 142,10 m. no hay recuperación.

*~143,10 – 152,10 m. no hay recuperación. **NRT***

AH-10, 371043/307769, Profundidad 134 m

Prof. (m)	Litología y descripción
0 2,20	Sin recuperación.
2,20 5,20	Toba. Matriz blanco rosáceo con cristaloclastos cuarzo (15%), irregular; plagioclasa (10%), tabular; y biotita (10%), hexagonal. Líticos no reconocibles cafés (5%), amorfos, friables, de hasta 8 mm. Pómez (10 – 15%), subredondeada, de hasta 8 mm. <i>Presenta una lámina de 3 mm de espesor con 80% de cristales aproximadamente. Cercano a la base de la capa es solo ceniza, con cristales casi ausentes (<1%) y compactada. CtD</i>
5,20 7,15	Toba. Matriz blanco verdosa con cristaloclastos de anfíbol (5%), tabular; piroxeno (5%), granular; cuarzo (10%), irregular; y biotita (10%), hexagonal. Líticos no reconocibles cafés (5%), amorfos, de 2 mm. Pómez (20%), subredondeada, de hasta 7 mm.
7,15 8,50	Paleosuelo. Arcilla pardo a rojizo, con líticos no reconocibles (70%), menores a 1 mm. Consolidado. <i>Hacia el piso aumenta el tamaño de los clastos a un máximo de 7 mm. NOC</i>
8,50 17,20	Coluvio decimétrico. Clastos decimétricos de hasta 200 mm, de lavas andesíticas, con plagioclasa (30%), tabular, hidratada; y alteración a óxidos y arcillas. NRT, NOC
17,20 20,20	Paleosuelo. Matriz arcillosa de color rojizo con líticos no reconocibles (60%) blancos, cafés, amarillos claro y grises oscuro, predominantemente angulares, de hasta 10 mm. NOC
20,20 23,20	Coluvio centimétrico. Clastos centimétricos de hasta 100 mm de lavas andesíticas, con plagioclasa (30%), tabular, hidratada; y alteración a óxidos y arcillas. NRT, NOC
23,20 32,20	Toba. Matriz café amarillento con cristaloclastos de anfíbol (3%), tabular; y plagioclasa (3%), tabular. Líticos no reconocibles grises, amarillos claro, cafés y rojos, de hasta 10 mm. Escoria (10%), amorfa. Gradación cíclica inversa medianamente seleccionada. <i>Presenta una capa delgada con laminaciones entre 2 – 5 mm. Capa media de lapillita, mal seleccionados (3 – 5 mm), en contacto puntual, con alteración celeste. Hacia la base se encuentran clastos en una abundancia de 80%. NOC</i>
32,20 35,25	Coluvio. Clastos lavas andesíticas alteradas a arcillas y óxidos. Algunos clastos (<50 mm) presentan vesículas. NRT, NOC
35,25 41,20	Brecha volcánica. Matriz café claro de grano muy fino, con fenocristales de plagioclasa (3%), tabular, 1 mm; y piroxeno (3%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles rojos (5%), angulares, de hasta 20 mm. Lavas andesíticas (20%), angulares, de hasta 30 mm, con fenocristales de plagioclasa (30%), tabular, menor a 1 mm. Obsidiana (5%), amorfa, de hasta 35 mm. Escoria (10%), amorfa, de hasta 80 mm; con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, 1 mm. Mala selección con contacto flotante a puntual. CtD
41,20 49,98	Toba. Matriz de negro oscuro con tonos rojizos y cristaloclastos de plagioclasa (70%), tabular, de hasta 2 mm. Líticos no reconocibles amarillos claro (15%), subangulares, de hasta 30 mm. <i>Fiammes</i> rojos (35 – 70%), de hasta 45 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto puntual a lineal. <i>Hacia el piso alteración de óxidos y arcillas. CtQ</i>


49,98 50,85	Toba. Matriz amarillo claro con cristaloclastos de biotita (2%), hexagonal; y cuarzo (3%), irregular, ambos menores a 1 mm. Laminación negra de espesor variable entre 2 – 5 mm.
50,85 56,03	Toba. Matriz café claro, arcillosa con líticos no reconocibles negros (10%), amarillos (5%), rojos (4%), grises (20%) y blancos (15%), angulares, de hasta 5 mm. Medianamente seleccionada con contacto puntual. CtN – Irregular
56,03 60,70	Toba. Matriz con cristaloclastos de cuarzo (2%), irregular, 1 mm y plagioclasa (10%), tabular, 1 mm. Obsidiana (5 – 10%), amorfa, de hasta 5 mm. Pómez blanca (40 – 80%), baja esfericidad y angular, de hasta 30 mm. <i>La matriz tiene hacia el techo tiene tonos blancuzcos y hacia la base anaranjados. El contenido y tamaño de pómez disminuye a hacia la base y en esta hay un aumento de la alteración. Hacia la base se encuentran líticos no reconocibles morados (15%) de hasta 25 mm, el contenido de obsidiana aumenta hasta 15%. CtD</i>
60,70 61,08	Paleosuelo. Paleosuelo poco desarrollado, matriz arcillosa café, con obsidiana (3%) de hasta 10 mm. CtD
61,08 63,70	Toba. Matriz vidriosa gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (20%), tabular, 2 mm. Lavas (5%), subangulares, de hasta 25 mm. <i>Fiammes</i> de escoria (10%), de hasta 20 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante. <i>Presenta vetas de calcita. Ligeras variaciones en el tono de matriz, hacia el techo es gris, en el medio rojiza y hacia la base gris oscuro. CtQ</i>
63,70 71,50	Toba. Matriz blanca con obsidiana (20%), angular, de hasta 15 mm. Pómez rosada claro (20%), amorfa, de hasta 15 mm. CtD
71,50 76,15	Arenisca. Matriz café grisáceo con laminaciones de hasta 2 mm. <i>Tramos con pómez amarilla (45%), subredondeada, de hasta 35 mm. Laminaciones negras por clastos negros y otras láminas de arcilla. Secuencia de techo a piso: Finos, laminaciones, arcilla. CtD</i>
76,15 77,20	Toba. Matriz rosada claro. Ídem 63,70 – 71,50 m, con pómez blanca. CtD
77,20 87,70	Toba. Matriz café claro con obsidiana (2 – 3%), angular, de hasta 8 mm. Pómez (25 – 65%), café claro, rosada claro, amarillo y anaranjada, angulares a redondeadas, de hasta 50 mm. Mala selección con contacto flotante. En general la roca se encuentra mal seleccionada con clastos en contacto flotante a puntual, este último en las pómez afectadas por oxidación. <i>En el techo presenta pómez (25%) predominantemente oscuras, pésimamente seleccionadas. Hacia la base se encuentran pómez anaranjada (50%), con formas alargadas. CtD</i>
87,70 101,20	Brecha volcánica vidriosa. Matriz café amarillenta con líticos no reconocibles grises, rojos y blancos, angulares, de hasta 15 mm. Lavas andesíticas y líticos aislados de ceniza, centimétricos. Obsidiana (20 – 25%), subredondeada, de hasta 70 mm, con fenocristales de plagioclasa (20 – 25%), tabular. Escoria (5%), angular, de hasta 20 mm. Pómez amarilla, blanca y café (15%), subredondeada, de hasta 10 mm. Mala selección. CtD

101,20 111,70	Toba. Matriz amarillo verdoso, alterada por óxidos y arcillas con líticos no reconocibles amarillos, grises, rojos y blancos, subredondeados, de hasta 20 mm. Obsidiana (5 – 10%), amorfa, de hasta 15 mm. Pómez (40 – 65%) café claro, café oscuro y amarillo, subredondeada, de hasta 15 mm. Mala selección con contacto flotante.
111,70 118,20	~104,20 – 105,70 m. Capa de ceniza blanca de 40 cm, poco consolidada. Variaciones en el color de la matriz de blanco – café grisáceo – amarillo verdoso. Hacia el techo la matriz es blanquizca con intercalaciones café grisáceo y algunos vitroclastos de obsidiana, y zonas extremadamente meteorizadas en el intermedio de la capa. CtD
118,20 133,50	Toba. Matriz gris con líticos no reconocibles grises y anaranjados (2 – 10%), angulares, de hasta 40 mm. Escoria (40%), amorfa a angular, de hasta 45 mm, con plagioclasa. Pómez gris (5%), subredondeada, de hasta 15 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante. <i>Alteración amarillo verdoso y posiblemente de arcillas.</i>

ME-12, 387492/276509, Profundidad 152 m

Prof. (m)	Litología y descripción
0,00 4,86	Suelo. Matriz arcillosa, café-rojiza, silícea, con fenocristales de plagioclasa (20%), tabular, de 1 mm y piroxeno (8%), granular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles rojos (15%), redondeados, de 3 mm. Lavas negras (3%), irregulares, de hasta 3 mm. Medianamente seleccionado con contacto flotante. NOC, NRT
4,86 5,29	Toba. Matriz amarillo muy claro con cristaloclastos mucho menores 1 mm (<1%), no identificables. Líticos no reconocibles negros (3%), irregulares, de 2 mm; y rojos (2%), irregulares, de 3 mm. Pómez rosada (<1%), irregular, de 2 mm; blanca (3%), irregular, de 4 mm; y anaranjada (8%), irregular, de 6 mm. Buena selección con contacto flotante. NOC, NRT
5,29 5,78	Paleosuelo. Matriz café oscuro, bien desarrollado, silíceo, se observan pátinas anaranjadas, irregulares, de posible oxidación, de hasta 5 mm y una alteración negro-azulado, de 1,5 cm de largo. <i>Nota: Se observa un contacto neto irregular entre el paleosuelo y la toba inferior. NRT, CtN</i>



5,78 6,79	<p>Toba. Matriz gris rosada con cristaloclastos blancos (20%), no se puede identificar su forma, menores 1 mm. Líticos no reconocibles negros (3%), irregulares, menores 1 mm. Pómez blanca (5%), alargada, de 7 mm; y pómez anaranjada (10%), alargada, de hasta 20 mm, con fenocristales de piroxeno (5%), tabular, de 2 mm. Medianamente seleccionado con contacto flotante.</p> <p>~6,16 – 6,33 m. Acumulación de líticos que va en aumento y luego disminuye según la profundidad, descripción del punto máximo: Líticos no reconocibles negros (70%), angulares, de 3 mm; rojos-anaranjados (15%), angulares, de 2 mm; y blancos (5%), redondeados, de 1 mm.</p> <p><i>Nota: Contacto difuso con el paleosuelo inferior. CtD, NRT.</i></p>
6,79 7,26	<p>Paleosuelo. Matriz café-claro, bien desarrollado, silíceo, con líticos no reconocibles anaranjados (20%) y negros (10%), redondeados, de hasta 1 mm. Buena selección con contacto flotante. NOC, NRT</p>
	
7,26 14,97	<p>Toba. Al inicio del tramo presenta un color amarillo anaranjado que tiende a ser suelo (muy meteorizado) y conforme avanza en profundidad cambia a un color amarillo-blanco, luego café claro, café oscuro, gris y por ultimo café claro de forma transicional.</p> <p>~8,39 – 8,84 m. Matriz amarillo claro con cristaloclastos de piroxeno (8%), granular, de 1 mm. Líticos no reconocibles rojos (5%), angulares, de hasta 5 mm. Pómez blanca (15%), irregular, de hasta 10 mm, con bordes anaranjados. Mala selección con contacto flotante.</p> <p><i>Nota: Presenta la pátina negra vítrea de hasta 1 cm de grosor.</i></p> <p>~8,84 – 11,00 m. Matriz café claro con cristaloclastos de plagioclasa y piroxeno (6%), menores a 1 mm, no se observan sus formas. Líticos no reconocibles anaranjados (5%), irregulares, menores a 1 mm; y negros (9%), irregulares, de 1 mm. Pómez blanca (10%), irregular, de hasta 20 mm, algunas están colapsadas (5%), de hasta 10 x 2 mm. Medianamente seleccionado con contacto flotante.</p> <p>~11,00 – 13,28 m. Matriz café oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (9%), tabular, de 2 mm y piroxeno (5%), granular, menores 1 mm. Escoria (7%), redondeada, de hasta 20 mm; con fenocristales de plagioclasa (15%), tabular, menor 1 mm. Pómez blanca (2%), redondeada, de 4 mm. <i>Fiammes</i> negros (4%), de hasta 10 x 3 mm; vesículas (5%),</p>

angulares, rellenas de alteración anaranjada, de 2 mm. Medianamente seleccionado con contacto flotante.

~13,28 – 14,30 m. Matriz gris con cristaloclastos de plagioclasa (15%), tabular, de 2 mm y piroxeno (2%), granular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (4%), redondeados 2 mm; y rojos (6%), redondeados, de 2 mm. *Fiammes* negros (2%), de 8 x 1 mm; hay *fiammes* esporádicos de 20 x 4 mm; y *fiammes* anaranjados (<1%), de 10 x 2 mm. Buena selección con contacto flotante.

~14,30 – 14,65 m. Matriz gris rosada con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm; piroxeno (4%), granular, menor a 1 mm. Pómez verde (3%), irregular, de 4 mm; y pómez gris (5%), irregular, de 8 mm. Parte inferior aparecen *fiammes* amarillos (5%). Buena selección con en contacto flotante.

~14,65 – 14,97 m. Matriz café claro con cristaloclastos plagioclasa (15%), irregulares, de 2 mm; y piroxeno (5%), granular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles grises (8%), irregulares, de hasta 4 mm. Pómez blanca (6%), irregular, de 2 mm; y pómez amarilla (5%), alargada, de hasta 40 x 10 mm. Mala selección con contacto flotante y puntual.

Nota: Se observa un contacto neto con el paleosuelo inferior. CtN, NRT

14,97

15,65

Paleosuelo. Matriz café claro, silíceo, poco desarrollado, con pómez blanca (5%), redondeados, de 2 mm; negra (2%), redondeada, menor a 1 mm; y anaranjada (3%), redondeada, de 2 mm. Buena selección con contacto flotante.

Nota: Contacto transicional con la toba inferior. NOC, NRT





Toba. Presenta variaciones en: Color, cantidad de pómez y tamaño de escoria. Donde en su tramo final aumenta la cantidad de vidrio.

~15,65 – 16,17 m. Matriz blanca con líticos no reconocibles grises (5%), angulares, de 3 mm. Pómez (8%), amarillo-verdoso, irregular, meteorizada, de 3 mm. Medianamente seleccionado con contacto flotante.

~16,17 – 16,92 m. Ídem 15,65 – 16,17 m. Disminuye el porcentaje de la matriz y aumenta la cantidad de pómez blanca (80%), irregular, de 8 mm. Mala selección con contacto lineal.

Hacia la base se pierde la meteorización en la pómez.

~16,92 – 17,84 m. Ídem matriz 15,65 – 16,17 m, con escoria negra (4%), redondeada, de 3 mm; y escoria anaranjada (2%), irregular, de 3 mm. Pómez blanca (10%), irregular, de 7 mm. Mediana selección con contacto flotante.

~17,84 – 18,74 m. Ídem matriz 15,65 – 16,17 m. con líticos no reconocibles negros y grises (10%), angulares, de hasta 3 mm. Pómez blanca y verde (65%), irregular, de 8 mm. Mala selección con contacto lineal.

~18,74 – 20,66 m. Matriz amarillo-verdoso, con líticos no reconocibles negros (6%), alargados e irregulares, de 2 mm. Lavas esporádicas, de hasta 40 mm, correspondientes con una lava afanítica – porfirítica, con plagioclasa (40%), tabular, de 2 mm y con una

15,65
43,42

pátina anaranjado en la matriz. Pómez blanca (10%), irregular, de 1 mm. Mala selección con contacto flotante y puntual.

Nota: En el techo se observa una concentración alta de pómez blanca (85%), irregular, de 8 mm.

También se presenta pómez blanca, irregular, de hasta 50 mm, posteriormente sigue un cambio transicional a la litología antes mencionada.

~20,66 – 23,38 m. Matriz blanca con cristaloclastos mucho menores a 1 mm (5%), no identificables. Tramos de hasta 15 cm con concentraciones de pómez en colores blanca, verde y gris, irregular de hasta 40 mm (80%); los tramos son los siguientes:

- 20,90 – 21,05 m.
- 21,97 – 22,04 m.
- 22,49 – 22,90 m.

Mala selección con contacto lineal.

~23,38 – 26,33 m. Matriz blanca, con pómez blanco-amarillentas (9%), alargadas, de hasta 30 x 3 mm. Mala selección con contacto flotante y puntual.

~26,33 – 26,62 m. Matriz blanca-verdosa con cristaloclastos de piroxeno (4%), granular, menor a 1 mm; cuarzo (6%), irregular, de 1 mm; y plagioclasa (5%), tabular, de 4 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (1%), alargados, de 3 mm; y grises (3%), irregulares, de 6 mm. Pómez verde meteorizada (15%), irregular, de 4 mm; y pómez blanca (8%), irregular, de 3 mm. Mala selección con contacto flotante y puntual.

~26,62 – 32,29 m. Matriz gris-rosada con cristaloclastos de piroxeno (7%), granular, menor a 1 mm; y transparentes (3%), sin forma reconocible, menores a 1 mm. Líticos no reconocibles grises (5%), irregulares, de 4 mm; y anaranjados (1%), cuadrados, de 3 mm. Lavas (3%), redondeadas, de 3 mm. Pómez gris oscuro (10%), redondeada, de hasta 30 mm, algunas adquieren un color verde por alteración y de otras solo quedan fantasmas. Mala selección con contacto flotante.

~32,29 – 40,90 m. Matriz gris rosada; en lo que respecta a matriz y clastos ídem 26,62 – 32,29 m. Se identifican Lavas anaranjadas (1%), de 5 mm. Escoria, de hasta 150 mm, con fenocristales de plagioclasa (7%), tabular, de 2 mm; cuarzo (10%), irregular, de 4 mm; y piroxeno (5%), granular, menor a 1 mm; presenta una alteración amarillo verdosa (8%), rellenando poros de 2 mm. Pómez (5%), alargadas, de hasta 40 mm.

~40,90 – 42,26 m. Cambio transicional en el color de la matriz que pasa a un anaranjado claro. En esta ignimbrita se observan fragmentos de escoria café, alargada, de hasta 50 x 30 mm y fenocristales de plagioclasa (5%), tabulares, de 4 mm; cuarzo (10%), irregulares, de 3 mm; y piroxeno (7%), tabular, de 2 mm.

~42,26 – 43,42 m. Matriz negra con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 3 mm; cuarzo (7%), irregular, de 2 mm y piroxeno (3%), tabular, de 2 mm. Pómez

anaranjada (4%), redondeada, de hasta 30 mm, con fenocristales de plagioclasa (20%), tabular, de 2 mm y piroxeno (15%), tabular, de 2 mm. *Fiammes* grises (6%), de 10 x 3 mm; *fiammes* blancos (6%), de 10 x 3 mm; y *fiammes* negros (3%), de 35 x 8 mm con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm. Medianamente seleccionado con contacto flotante y puntual. **NOC, NRT**



Paleosuelo. Paleosuelo bien desarrollado café – anaranjado donde en la parte final presenta fragmentos de lava.

43,42

~43,42 – 45,79 m. Paleosuelo café anaranjado, bien desarrollado, con fenocristales de plagioclasa (5%), irregulares, meteorizada, de 2 mm. En la parte superior un fragmento de pómez blanca de hasta 150 mm.

52,00

~44,35 – 45,79 m. Zona de transición entre paleosuelo y una lutita blanca (tipo mezcla).

~45,79 – 47,29 m. Lutita blanca, silíceas, fisible y muy fracturada.

~47,29 – 52,00 m. Ídem 43,42 – 45,79 m. con clastos de lavas vesiculares, de hasta 78 mm, de una composición similar al tramo inferior y algunas meteorizadas. **NOC, NRT**

52,0


Lavas. Lava afríca, gris oscuro, vesicular, muy meteorizadas. Las vesículas están rellenas de una alteración amarilla- verdosa y otra celeste claro. **NOC, NRT**

53,83





<p>53,83 78,84</p>	<p>Lavas. Lava afríca, negra, con restos de feldespatos arcillitizados, presenta vetas de calcita, de hasta 7 mm de grosor, de colores verde musgo y amarillo claro. <i>Presenta fracturamiento horizontal que corresponde con las vetas; alteraciones de colores anaranjado y celeste en la base de la misma. NRT</i></p>
<p>78,84 79,11</p>	<p>Toba. Matriz verde amarillento, con cristaloclastos de plagioclasa (3%), hinchadas, tabular, menores de 1 mm. Pátinas negras (cubren un 5% del área visible), irregulares, de hasta 1 mm y en las fracturas se ubican pátinas de calcita. No reacciona al HCl. NRT, NOC</p>
<p>79,11 79,55</p>	<p>Conglomerado fino. Matriz verde oscuro con líticos no reconocibles blancos (10%), irregulares, de hasta 3 mm; negros (3%), cuadrados, de hasta 4 mm; y rojos (<1%), redondeados, de 2 mm. Posee pátinas blancas (cubren un 20% del área visible), irregulares, de hasta 10 mm. Mediana selección con contacto flotante y lineal. No reacciona al HCl. NRT, NOC</p>

<p>79,55 79,91</p>	<p>Toba. Matriz verde claro con líticos no reconocibles negros (3%), redondeados, de hasta 2 mm; y grises (3%), subredondeados, de hasta 10 mm. Pómez blanca (10%), irregular, muy meteorizada, de hasta 10 mm; y pómez blanca (15%), alargada, de hasta 15 x 2 mm. Mala selección con contacto flotante.</p> <p>~79,76 m. La matriz se vuelve morado oscuro, con cristaloclastos de plagioclasa (15%), tabular, de hasta 2 mm, muy meteorizada. Líticos no reconocibles grises y rosados (8%), irregulares, de hasta 2 mm. Pómez (10%), blanca, irregular, de hasta 4 mm. Mediana selección con contacto flotante y lineal, este último por el avanzado estado de meteorización. NRT, NOC</p>
<p>79,91 80,95</p>	<p>Paleosuelo. Matriz café oscuro a morada con pómez (5%), redondeados, de hasta 2 mm, muy meteorizada; anaranjados (3%), redondeados, de hasta 2 mm; y negros (<1%), redondeados, de 1 mm. Presenta vetas silíceas, de espesor menor a 1 mm. Buena selección con contacto flotante.</p> <p>~80,29 – 80,95 m. La matriz cambia a color rojo muy oscuro. NRT, NOC</p>
	
<p>80,95 82,18</p>	<p>Toba. Matriz rosado claro con cristaloclastos no reconocibles (5%), menores a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (10%), redondeados, de hasta 2 mm; y rojos (3%), angulosos, menores a 1 mm. Pómez (10%), muy meteorizada, verde claro, irregular, de hasta 10 mm. Mediana selección con contacto flotante. BR, NOC</p>
<p>82,18 87,79</p>	<p>Toba. Matriz muy meteorizada vario color, con cristaloclastos de piroxeno (10%), granular, de hasta 2 mm; y plagioclasa (5%), tabular, muy hinchada, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (<1%), redondeados, de hasta 3 mm. Pómez rosada y blanca (5%), irregular, de hasta 10 mm. Mediana selección contacto flotante.</p> <p>~82,18 – 82,28. Matriz rosado claro</p> <p>~82,28 – 83,36. Matriz café</p> <p>~83,36 – 83,79. Matriz café rojizo</p> <p>~83,79 – 85,36. Matriz café</p> <p>~85,36 – 86,36. Matriz rosado claro</p>

~86,36 – 86,47. Matriz café

~86,47 – 87,79. Matriz rosado claro. **RT, NOC**

87,79
88,44

Toba. Matriz rosado claro. Ídem 80,95 – 82,18 m. **RT, NOC**



88,44
89,07

Toba. Matriz amarillo claro con cristaloclastos de piroxeno (5%), granular, menor a 1 mm. Pómez amarilla (2%), irregular, de 3 mm. Buena selección con contacto flotante.

*Alteración: Pirolusita con hábito dendrítico. No reacciona al HCl. **RT, NOC***

89,07
89,56

Toba. Matriz café claro con cristaloclastos de piroxeno (20%), tabular, mucho menor a 1 mm; y plagioclasa (5%), sin forma definida, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (10%), redondeados, menores a 1 mm. Buena selección con contacto flotante.

*Hacia la base la matriz se aclara. **RT, NOC***

89,56
91,20

Toba. Matriz anaranjada con cristaloclastos de piroxeno (5%), granular, menor a 1 mm; y plagioclasa (3%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (<1%), angulares, de hasta 2 mm. Pómez blanca (15%), irregular, de hasta 10 mm. Buena selección con contacto flotante.

*Alteración: Pirolusita con hábito dendrítico. No reacciona al HCl. **RT, NOC***

91,20
91,92

Toba. Matriz café claro con cristaloclastos de piroxeno (3%), granular, menor a 1 mm; plagioclasa (2%), tabular, de hasta 2 mm, arcillitizada. Lítico no reconocible anaranjado intenso (2%), angular, de hasta 2 mm. Pómez gris, amarilla y blanca (5%), irregular, de hasta 3 mm. No reacciona al HCl. Mediana selección con contacto flotante y puntual.

BR, NOC

91,92
92,04

Brecha. Misma matriz del tramo anterior con clastos de lutita (70%), irregular, de hasta 50 mm. Mala selección con contacto lineal. **BR, NOC**



Brecha. Matriz gris claro, grano fino, con fenocristales de piroxeno (10%), granular, menor a 1 mm; y cuarzo (3%), irregular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles rojos (<1%), irregulares, de hasta 3 mm. Pómez blanca, anaranjada y rosada (10%), irregular, de hasta 3 mm. Mediana selección con contacto flotante a puntual.

~93,12 m. Espesor de 1 cm de la litología ídem 91,92 – 92,04 m.

~93,47 – 93,71 m. Zona con mayor cantidad de clastos. Líticos no reconocibles rojos (20%), redondeados, de 15 mm; y anaranjados (5%), redondeados, de 10 mm. Lavas grises (3%), angulares a subangulares, de hasta 10 mm. Escoria (15%), irregular, de hasta 40 mm. Pómez blanca y anaranjada (27%), subredondeada, hasta de 5 mm. Mala selección con contacto lineal.

92,04
96,79

~94,19 – 94,25 m. Ídem 93,47 – 93,71 m.

~94,31 – 94,4 m. Presenta laminaciones de 4 mm, de color gris, negro y rosada.

~94,4 – 94,72 m. Ídem 93,47 – 93,71 m., con clastos principalmente de pómez y escoria.

~94,88 – 95,29 m. Ídem 93,47 – 93,71 m.

~95,29 – 96,79 m. Ídem 93,47 – 93,71 m., con escoria, irregular, de hasta 60 mm. Pómez, irregular, de hasta 30 mm. **BR, NOC**

96,79
98,29

Toba. Matriz gris, muy meteorizada, con líticos no reconocibles negros (3%), angulares, de hasta 2 mm. Pómez anaranjada y blanca (5%), irregular, de hasta 8 mm. No reacciona al HCl. Mediana selección con contacto flotante.

Hacia la base la matriz cambia a color gris – rosado. BR, NOC

98,29
98,84

Brecha fina. Ídem 92,04 – 93,47 m.

~98,56 m. Tramo de 1 cm de brecha de lutita rosada claro, ídem 91,92 – 92,04 m. **RT, NOC**

98,84 98,99	Toba. Matriz amarillo claro con cristaloclastos de cuarzo (3%), irregular, menores a 1 mm; y piroxeno (5%), granular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles rojos (5%), irregulares, de hasta 10 mm. Pómez blanca y amarilla (10%), irregular, de hasta 8 mm. No reacciona al HCl. Mediana selección con contacto flotante. NRT, NOC
98,99 99,42	Toba. Matriz rosado claro con cristaloclastos de plagioclasa (3%), hinchada, tabular, muy meteorizada, de 1 mm; y piroxeno (<1%), granular, menor a 1 mm; y cuarzo (<1%), irregular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (3%), irregulares, de hasta 10 mm; y negros (3%), irregulares, de hasta 1 mm. Pómez blanca y amarilla (15%), irregular, de hasta 8 mm. No reacciona al HCl. Mala selección con contacto flotante y puntual. NRT, NOC
99,42 99,79	Toba. Matriz café claro con líticos no reconocibles rojos y anaranjados (10%), angulares, de hasta 5 mm. Pómez blanca (2%), irregular, muy meteorizada, de hasta 8 mm. No reacciona al HCl. Mala selección con contacto flotante. NRT, NOC
99,79 100,23	Toba- Matriz blanca con cristaloclastos de piroxeno (<1%), tabular, menor a 1 mm. Pómez (10%), blanca, irregular, de hasta 5 mm. No reacciona al HCl. Mediana selección con contacto flotante. <i>Presenta pátinas anaranjadas, irregulares, de hasta 1 mm (cubren una superficie de 3%) y pátinas de color negro. NRT, NOC</i>



100,23 106,68	<p>Arenisca de grano fino. Matriz café claro con fenocristales de cuarzo (10%), irregular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles rojos (15%), blancos (30%) y anaranjados (5%), redondeados, menores a 1 mm; y negros (25%), angulosos, de hasta 2 mm. Pómez (5%), irregular, de hasta 2 mm. Mala selección con contacto puntual a lineal.</p> <p>~101,52 – 101,57 m. Aumento en el tamaño de los clastos, ahora de hasta 30 mm.</p> <p>~101,79 – 101,86 m. Aumento en el tamaño de los clastos, ahora de hasta 30 mm.</p> <p>~102,71 – 102,75 m. Aumento en el tamaño de los clastos, ahora de hasta 30 mm.</p> <p>~102,79 – 104,29 m. Aumento en el tamaño de los clastos, ahora de hasta 30 mm.</p> <p>~104,16 – 104,29 m. Aumento en la cantidad de pómez.</p> <p>~104,29 – 104,61 m. Roca muy fracturada.</p>
------------------	--

~104,61 – 106,68 m. Roca muy meteorizada. **NRT, NOC**

Intercalaciones de tobas de diferentes colores.

~106,68 – 106,81 m. Toba. Matriz amarillo verdoso con cristaloclastos de piroxeno (5%), granular, menor a 1 mm; y plagioclasa (2%), tabular, muy meteorizada, de 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (10%), redondeados, de hasta 8 mm; negros (5%), angulares, de hasta 2 mm y blancos (2%), angulares, de 2 mm, reaccionan al HCl. Mediana selección con contacto flotante y puntual.

Presenta pátinas de color negro.

~106,81 – 106,94 m. Toba. Matriz rosado clara con cristaloclastos piroxeno (5%), granular, menor a 1 mm. Pómez amarilla y blanca (<1%), muy meteorizada, irregular, de hasta 8 mm. No reacciona al HCl. Buena selección con contacto flotante.

Presenta pátina de color negro, y está muy meteorizada.

~106,94 – 107,10 m. Ídem 106,68 – 106,81 m.

~107,10 – 107,13 m. Ídem 106,81 – 106,94 m.

~107,13 – 107,29 m. Ídem 106,68 – 106,81 m.

~107,29 – 107,38 m. Ídem 106,81 – 106,94 m.

~107,38 – 107,50 m. Toba. Matriz gris con cristaloclastos de piroxeno (3%), granular, menor a 1 mm. Fragmentos de toba amarilla (15%), irregular, de hasta 8 mm; y toba rosada claro (8%), irregular, de hasta 3 mm. No reacciona al HCl. Mala selección con contacto lineal y puntual.

~107,50 – 108,10 m. Ídem 106,68 – 106,81 m.

~108,10 – 108,27 m. Ídem 106,81 – 106,94 m.

~108,27 – 108,79 m. Ídem 106,68 – 106,81 m.

~108,79 – 109,97 m. Toba. Matriz rosado claro con cristaloclastos de piroxeno (5%), granular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados y rojos (3%), redondeados, de hasta 1 mm. Pómez blanca y amarilla (5%), irregular, de hasta 2 mm. No reacciona al HCl, y está muy meteorizada. Buena selección con contacto flotante.

~109,97 – 110,29 m. Ídem 106,81 – 106,94 m.

~110,29 – 111,79 m. Ídem 108,79 – 109,97 m. **NRT, NOC**

106,68
111,79



Toba. Matriz rosada blanquecina con cristaloclastos de cuarzo (10%), irregular, de 2 mm; piroxeno (15%), granular, menor a 1 mm; y plagioclasa (2%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles grises (5%), angulares, de 7 mm; y rojos (3%), subredondeados, de 8 mm. Pómez blanca y amarilla (5%), redondeada a irregular, de hasta 10 mm. Mediana selección con contacto flotante.

Se describen las variaciones en meteorización y color de la matriz.

111,79

116,33

~**111,79 – 112,51 m.** Matriz café – anaranjada, medianamente meteorizada.

~**112,51 – 113,08 m.** Matriz anaranjado fuerte, muy meteorizada.

~**113,08 – 113,75 m.** Matriz rosada blanquecina, medianamente meteorizada.

~**113,75 – 116,33 m.** Matriz rosada blanquecina, poco meteorizada. **NRT, NOC**

116,33

119,64

Toba. Matriz rosada blanquecina. Ídem 111,79 – 116,33 m. sin meteorización. **BR, NOC**



119,64

127,65

Toba. Matriz blanca Matriz blanca (cuando está seca) y café claro (cuando está húmeda) con cristaloclastos de cuarzo (10%), irregular, menor a 1 mm; plagioclasa (2%), tabular, de 1 mm y piroxeno (10%), granular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles grises, morados, rojos y anaranjados (20%), angulares a subangulares, de hasta 30 mm. Pómez blanca (10%), irregular, de hasta 2 mm. No reacciona al HCl. Mala selección con contacto flotante. **BR, NOC**



127,65

139,41

Toba. Matriz gris (cuando está seca) y café oscuro (cuando está húmeda), con cristaloclastos de cuarzo (3%), irregular, de 1 mm; plagioclasa (<1%), tabular, menor a 1 mm y piroxeno (<1%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (1%), angulares, de hasta 4 mm. Lavas (9%), angulares, de hasta 30 mm. Pómez blanca (8%), irregular, de 5 mm; y pómez rosada (2%), subredondeada, de hasta 3 mm. Mediana selección con contacto flotante. **RT, NOC**





139,41
152,29

Toba. Matriz gris con cristaloclastos de cuarzo (10%), irregular, de hasta 2 mm y plagioclasa (3%), tabular, muy fracturada, menores a 1 mm. Líticos grises, morados y anaranjados y lavas, (8%), angulares a subangulares, de hasta 15 mm. Pómez blanca (12%), alargada, de 40 x 10 mm; anaranjada (3%), alargada, de 8 mm; y rosada (<1%), angular, de 2 mm. Presenta clastos esporádicos de escoria y pómez, de hasta 70 mm. Mala selección con contacto puntual. **BR, NOC**



CU-16, 382038/300350, Profundidad 158 m

Prof. (m)	Litología y descripción
0,00	Arena. Material inconsolidado café de grano muy fino a medio, con fenocristales de plagioclasa, piroxeno y anfíbol. NOC, NRT
1,00	Arena fina. Material café claro poco consolidado de grano muy fino. Alteración de óxidos, de 1mm. NOC, NRT
1,94	Toba. Matriz gris con cristaloclastos de plagioclasa (7%), tabular, 2 mm y anfíbol (7%), tabular, 2 mm. Lava negra, anaranjada, amarilla y gris (30%), angulares a redondeadas, de hasta 2 mm. Escoria (20%), amorfa, de hasta 40 mm, con plagioclasa y obsidiana (3%), angulosa, de hasta 3 mm. Pómez gris y anaranjado muy claro (10%), angular, de hasta 25 mm. Mala selección con contacto flotante.
1,94 7,66	<i>Hacia el techo se encuentra más meteorizado, matriz de color café, mantiene proporción de cristales.</i>

~3,94 m. Lámina de óxidos (semeja costra) de color amarillento, tipo arcilla.

A partir de 6,80 m. Aumenta la cantidad de cristaloclastos plagioclasa (15%), tabular, de hasta 2 mm, anfíbol (7%), tabular, 1 mm. Casi no hay escoria, la que se encuentra es menor a 1 mm, con mucho cristal en la matriz. Aparece pómez blanca a anaranjada (10%), angular, de hasta 6 mm. **Contacto quemado**



7,66 Paleosuelo. Arcilla café rojizo con clastos blancos, negros y café claro (2%), menores a
7,80 1 mm. **CtD**

7,80 Toba. Matriz varía de anaranjado claro – anaranjado intenso – rosado muy claro con
12,94 líticos no reconocibles negros y morados, angulares de baja esfericidad, de hasta 30 mm, meteorizada. Pómez blanca, anaranjado claro y rosado claro (10 – 25%), de hasta 15 mm. Mala selección con contacto flotante.

*Tramos anómalos con ~75% de pómez en contacto puntual. **NRT, NOC***

12,94 Aluvión. Material inconsolidado, de tamaño arena gruesa a muy gruesa, con
~16,10 fenocristales de cuarzo, plagioclasa y anfíbol. Líticos no reconocibles gris oscuro y morado y algunos vesiculares (5 – 10%), de hasta 16 mm. Algunos clastos presentan alteración a arcillas. **NRT, NOC**



~16,10 Toba. Matriz café rosáceo claro con cristaloclastos de plagioclasa (15%), tabular, 3 mm.
21,94 Líticos no reconocibles gris oscuro y morado (5 – 10%), angulares a subredondeados, de hasta 10 mm. Pómez blanca, anaranjado claro y amarillo (30 – 40%), subredondeada a angular, de hasta 30 mm. Mala selección con contacto flotante. Medianamente meteorizada. **NRT, NOC**

21,94
24,94

Arena. Arena media a muy gruesa con fenocristales de plagioclasa, cuarzo y líticos no reconocibles negros y morados. **NRT, NOC**



24,94
31,80

Toba. Matriz rosada claro con cristaloclastos de plagioclasa (7 – 8%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles morados, anaranjados y negros (5%), angulares, de hasta 6 mm. Pómez blanca y anaranjada claro (20 – 30%), subangulares de esfericidad baja, de hasta 20 mm. Mala selección con contacto flotante.

Cambio color de las pómez, hacia el techo es de un anaranjado claro y hacia la base blanca.

A partir de ~31,00 m. La matriz cambia a blanco y se observa lapilli acrecional de 3 – 8 mm, contacto puntual entre la pómez. Láminas anaranjadas de 3 – 5 mm de espesor, posibles óxidos. **Contacto quemado**

31,80
33,20

Paleosuelo. Transición de paleosuelo muy poco desarrollado a un flujo de escoria.



33,20
40,60

Toba. Matriz café a anaranjado intenso con líticos no reconocibles grises y blancos oxidados. Lavas (<1%), angulares, de hasta 100 mm. Escoria (20 – 30%), amorfa, de hasta 150 mm, con plagioclasa meteorizada. *Fiammes* negros (15%), de hasta 60 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, 2 mm. Mala selección con contacto flotante.

Hacia el piso con cristaloclastos de plagioclasa con una dirección común; líticos no reconocibles grises, blancos y anaranjados (oxidados) y fiammes negros de hasta 60 mm. **NRT, Contacto quemado**

40,60
~42,94

Toba. Matriz anaranjado intenso con líticos no reconocibles blanco-amarillentos, grises, anaranjados, rojos y morados (40%), angulares a subredondeados, de hasta 50 mm. Mala selección con contacto flotante.
Gradación normal.

Hacia la base los clastos se encuentran meteorizados y en contacto puntual. **NRT, NOC**

~42,94
~46,00

Aluvión. En esta zona se encuentran fragmentos de la toba oxida mencionada anteriormente, con escoria y obsidiana del flujo subyacente. **NRT, NOC**



46,00
48,94

Toba. Matriz café oxidada con líticos no reconocibles blancos, anaranjados, rojos y cafés claro (15%), angulares, de hasta 18 mm. Escoria (40 – 50%), amorfa, de hasta 60 mm. Mala selección con contacto flotante. **NOC**

48,94
49,54

Toba con materia orgánica. Matriz café claro de tamaño limo con posible materia orgánica (se observa hojosa) y óxidos. **NOC**





Toba. Ídem 45,94 – 48,94 m, con lavas andesíticas (8%), angulares, de hasta 100 mm, algunos vesiculares (5% vesículas).

49,54
62,64

A partir de 54,94 m Se encuentran fragmentos de escoria y obsidiana de hasta 100 mm.

~60,00 m. *Fiammes* gris, morado y negro (50 – 60%), de hasta 30 mm. Textura fluidal que rodea los clastos. **NOC**

62,64
64,50

Toba. Matriz anaranjada con lavas andesíticas (5%), subredondeada, de hasta 15 mm. Obsidiana (10%), angular a subangular, de hasta 10 mm, con fenocristales de plagioclasa (3%), tabular. Pómez blanca (3%), amorfa, de hasta 5 mm. Contacto flotante a puntual. **NOC**





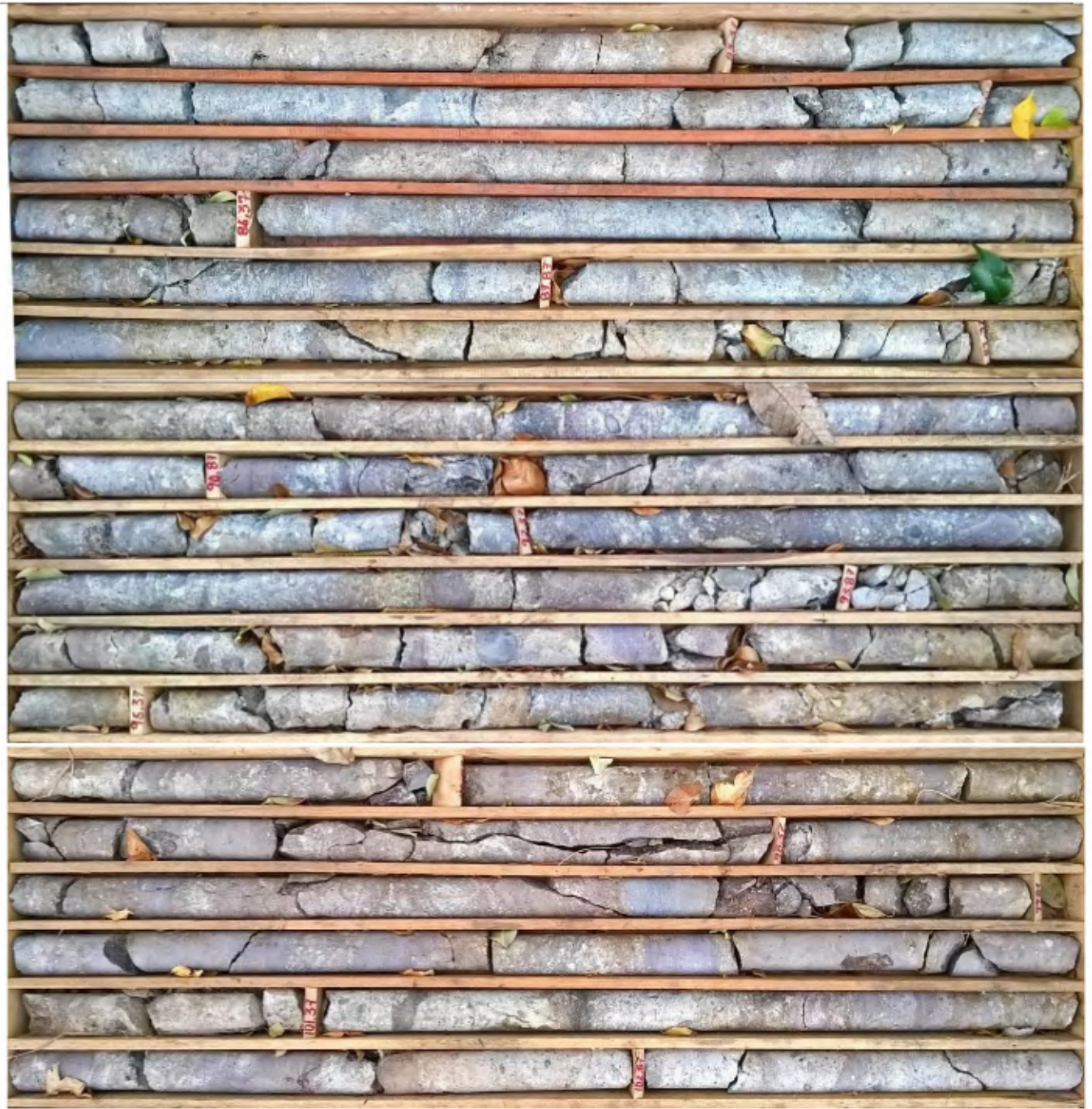
64,50
72,34

Toba. Matriz violácea, desvitrificada, con cristaloclastos de plagioclasa (3 – 5%), tabular, hinchada y piroxeno (3%), tabular, de hasta 5 mm, con tonos verdes. Líticos no reconocibles morados y grises, de hasta 5 mm. Lavas (30 – 35%), angulares a subredondeadas, de hasta 30 mm. Pómez gris, de hasta 40 mm, con fenocristales de plagioclasa y anfíbol, tabulares. Mala selección con contacto flotante. *Clastos esporádicos de andesita y pómez gris mayores a 50 mm. Matriz presenta arcillas y óxidos. NOC*



72,34
80,00

Toba. Misma matriz de tramo anterior, pero en color gris. Tipo y abundancia de clastos se mantiene, pero se observan clastos decimétricos esporádicos y algunos tienen una aureola de oxidación. **NOC**





80,00
116,37

Toba. Misma matriz pero tono violáceo, tipo y abundancia de clastos se mantiene. Se encuentra bien soldado, con lavas andesíticas moradas (5%), angulares, de hasta 12 mm, muy meteorizados. Obsidiana con plagioclasa. Se observan *fiammes* con “textura fluidal” que rodea los clastos, de tamaño centimétrico, difícil determinar abundancia debido al soldamiento y meteorización. **NOC**



116,37
118,04

Zona de transición. Nivel de concentración de cristaloclastos (50%), de plagioclasa, cuarzo y clastos negros de grano medio. Se encuentra meteorizado y es muy friable.

~117,87 m. Láminas de 3 mm de espesor, con cristaloclastos de piroxeno, anfíbol y plagioclasa, menores a 1 mm. Lámina irregular de 1 – 1,5 cm de los posibles cristales.

117,92 – 118,04 m. No hay recuperación total y se encuentra una capa de pómez rosada, con formas aplanadas, de hasta 5 mm, material friable y meteorizado. **NOC**

**118,04
118,44**

Toba. Matriz anaranjado intenso con cristaloclastos de anfíbol (3 – 5%), tabular, 2 mm; y plagioclasa (5%), tabular, menor a 1 mm. Lavas andesíticas (7%), angular a subredondeada, de hasta 6 mm. Obsidiana (2%), angular a subredondeada, de hasta 10 mm, con plagioclasa. Pómez amarilla (3%), angular a subredondeada, de hasta 10 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante. **NOC**

**118,44
120,10**

Toba. Litología similar a la anterior, con menor cantidad de clastos y con estriaciones, se identificaron en total tres planos, dos de los cuales, se inclinan aproximadamente 45°, con estrías y gradas que indican un sentido de movimiento normal. Un plano inclinado aproximadamente 60°, con gradas que indican sentido de movimiento inverso. **NOC**





120,10
~142,00

Brecha. Brecha con lavas fracturadas, de formas redondeadas a angulares, los angulares son más pequeños. Mala selección con dos clases de clastos distintos. **NOC** Colada de lava. **Lava:** Textura afanítica porfírica con matriz negro azulados con textura perlítica y desvitrificación, se identifican fenocristales de plagioclasa meteorizados y debido a esta no se identifica la cantidad.

~144,40 m. Las zonas de fractura presentan alteración de cristobalita botroidal, la roca se encuentra muy fragmentada y presenta una alteración anaranjada claro.

~147,34 m. La matriz cambia a color morado, desvitrificada, aquí se distingue plagioclasa (5 – 10%), tabular, de 2 mm, algunas meteorizadas y piroxeno, granular, menores a 1 mm.

~142,00
~149,50

La roca tiene fractura en gradas. Alteración verdosa en los cristales.

Hacia la base presenta tonos violáceos, hay zonas con vesículas entre 60 – 65%, parecen formar láminas o capas, se encuentran dispuestas de la siguiente manera:

142,95 – 143,64 m. Inclinación aproximada 60°.

143,64 – 143,83 m. Inclinación 20° – 30°.

143,83 m. Inclinación 35°.

144,53 – 145,05 m. Horizontales

A partir de 147,00 m. No hay vesículas.



~149,50
158,00

Aluvión. Clastos de lavas grises, de hasta 30 mm, con textura afanítica porfirítica con una matriz desvitrificada y fenocristales de plagioclasa (10 – 15%), tabular de 2 mm, muy meteorizada. Presentan mineralización secundaria y alteración vario color. Líticos no reconocibles violáceos, porosos, algunos con apariencia de flujo; negros, alargados, de hasta 30 mm con fenocristales de plagioclasa. La matriz violácea se encuentra muy alterada y porosa, con plagioclasa hinchada y mineralización secundaria.

154,50 m. Fragmentación tipo rompecabezas, soportado por un material café claro que mojado se vuelve plástico.

CU-18, 374326/295159, Profundidad 109 m

Prof. (m)	Litología y descripción
0,00 8,10	Aluvión. Clastos de tamaños centimétricos a decimétricos de: 1. Andesitas con textura afanítica porfirítica, con fenocristales de plagioclasa (20 – 30%), tabular, en disposición glomeroporfirítica con olivino. 2. Basaltos con textura afanítica porfirítica, matriz gris oscuro con fenocristales de plagioclasa (15%), tabular, menor a 1 mm y máficos (20%), menores a 1 mm.
8,10 9,70	4,50 – 5,10 m. No hubo recuperación. NRT, NOC No hubo recuperación.



9,70
23,80

Toba. Matriz gris rosada con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles (10 – 15%), de subredondeados a angulares, de hasta 20 mm, algunos son rojos y anaranjados y porosos. Lavas grises (10%), subangulares, de hasta 6 mm, con plagioclasa (20%), tabular, 1 mm. *Fiammes* grises (5%), muy finos, de 45 × 10 mm, 30 × 2 mm, 10 × 1 mm y 15 × 1 mm. *Fiammes* gris rosado (5%), con tamaños similares a los grises. Mala selección con contacto flotante. **NRT**

23,80
24,20

Transición. Similar a lo anterior pero matriz amarillenta.



24,20
30,30

Toba. Matriz gris con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de hasta 2 mm. Lavas (4%), subredondeadas a subangulares, de hasta 10 mm. *Fiammes* anaranjados (15%), de hasta 15 mm, los *fiammes* más anchos tienen fenocristales de plagioclasa y obsidiana, menores a 1 mm. Mala selección con contacto flotante. *Hacia la base se presenta alteración de color anaranjado claro.*

~26,10 m. Matriz cambia a un anaranjado claro y aumenta el porcentaje de *fiammes* (20%), se encuentran también fracturas verticales.

~29,00 m. *Fiammes* de pómez un poco más anchos.

Todos cambios transicionales. NRT, NOC

30,30
30,65

Zona de transición. Mismo material que el tramo anterior pero más fracturado ("tipo galleta") y friable, con un cambio en el color de la matriz a gris. **NRT, NOC**

30,65
31,90

Toba. Matriz blanca con cristaloclastos de plagioclasa (10 – 15%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros y cafés (8%), angulares, menores a 1 mm. Pómez blanca (5 – 15%), amorfa, de hasta 20 mm. Mala selección con contacto flotante.
Fragmentos aislados de obsidiana cercanos a la base.
Hacia la base mayor alteración óxidos. CtD, NRT

31,90
32,25

Paleosuelo. Matriz café con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, menor a 1 mm. Obsidiana (10%), redondeada, menor a 1 mm. Contacto flotante.
La matriz pasa de café a anaranjado, donde el último tiene fenocristales de plagioclasa (15%), hinchada, tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles café claro, angulares, de hasta 6 mm. Lavas (3 – 5%), menores a 2 mm. NRT, NOC-Transición



32,25
~43,15

Toba. Matriz café oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm. Líticos anaranjados (3 - 5%), angulares, de hasta 10 mm. Lavas (5%), angulares, de hasta 10 mm, meteorizadas. Escoria (20%), amorfa, de hasta 40 mm, con plagioclasa. Obsidiana (5%), angular, de hasta 5 mm, con plagioclasa. Pómez café (5%), amorfa, de hasta 15 mm. Mala selección con contacto flotante.
El flujo de escoria al inicio está muy fragmentado y meteorizado. NRT, CtN



~43,15
~54,80

Toba. Matriz gris rosada con cristaloclastos de plagioclasa (5 – 10%), tabular, menor a 2 mm. Lavas rojas y negras (5%), angulares, de 5 – 10 mm. Obsidiana (10%), amorfa, 5 – 40 mm, con plagioclasa, con aureola de oxidación. *Fiammes* de pómez gris (7%), de 5 – 40 mm. Mala selección con contacto flotante.

Nota en las zonas de fractura hay una alteración blanca. NRT, NOC-transicional



~54,80
63,30

Toba. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (20 – 25%), tabular, menor a 2 mm, con alineamiento horizontal. Líticos no reconocibles rojos (3 – 5%), de hasta 3 mm. Lavas (5%), subangulares, de hasta 6 mm. *Fiammes* de obsidiana (30%), de hasta 40 mm, con plagioclasa. Contacto flotante.

~59,00 m. Matriz cambia a negro, vitrofírica, con alteración a óxidos, textura perlítica, cristaloclastos de plagioclasa (25%), tabular, menor a 2 mm, alineados horizontalmente. *Fiammes* de obsidiana (10 – 15%), de hasta 40 mm, con plagioclasa.

~59,20 – ~60,00 m. Ídem con vesículas (15%), rellenas de minerales secundarios (no identificados), presencia de óxidos.

~60,00 – 61,20 m. Matriz morada, se distinguen *fiammes* rojizos delgados y pequeños, pero está muy meteorizado, con evidencias de óxidos y arcillas.

~61,20 – 62,00 m. Similar a la toba con *fiammes* negros descrita inicialmente.

~62,00 m. Capa de 10 cm, café amarillento con líticos no reconocibles blancos y negros alargados, menores a 1 mm.

~62,10 – 63,30 m. Matriz negra, vitrofírica, no se observan *fiammes* ni clastos, con cristaloclastos de plagioclasa (20 – 25%), tabular, menor a 2 mm.

Hacia la base se encuentran óxidos y alteración verdosa en zonas fracturadas.

Matriz más clara conforme se avanza al contacto.

63,30 m. Contacto quemado de 5 cm, tonos rosado claro y gris. **NRT, CtQ**



Toba. Toba roja, muy meteorizada y alteración blanco celeste. Matriz café oscuro rojo oscuro, con líticos no reconocibles anaranjados y grises (10 – 20%), de hasta 7 mm. Pómez blanca (20%), amorfa, de hasta 7 mm, meteorizada. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

63,30
~64,00

*Hacia la base no hay pómez y disminuye cantidad de clastos a 3% y tamaños de 1 – 2 mm. **NOC, NRT***





Toba. Matriz gris rosado con cristaloclastos de plagioclasa (solo se ve la marca de la forma tabular). Líticos no reconocibles rojos, grises y cafés claro (20%), angulares a subredondeados, de hasta 15 mm. Obsidiana (3 – 4%), amorfa, de hasta 40 mm, con plagioclasa. Pómez gris y café (10%), amorfa, de hasta 20 mm. *Fiammes* negros (3%), de hasta 10 mm. Mala selección con contacto flotante a puntual.

~64,00

~81,60

~72,00 m. Se encuentran clastos (5%), angulares, de hasta 20 mm y *fiammes* de pómez gris (5 – 7%), de hasta 5 mm.

~74,50 m. Cambio transicional de la matriz a gris celeste. Líticos no reconocibles, lavas y pómez gris (5%), subredondeados, de hasta 25 mm. Obsidiana (5%), con plagioclasa alterada. *Fiammes* de pómez gris similares a los anteriores. **NRT, NOC**

Toba. Matriz gris celeste con cristaloclastos de plagioclasa (5 – 7%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles grises (5%), subredondeados, de hasta 10 mm. Obsidiana, redondeada, menor a 1 mm. *Fiammes* de obsidiana (15 – 20%), de hasta 50 mm, con plagioclasa. Medianamente seleccionada con contacto flotante. *Alteración a óxidos, menor a 1 mm.*

~81,60

~88,00

~82,60 m. Porosidad secundaria por alteración que se “come los *fiammes*” y semeja vesículas parcialmente rellenas de minerales secundarios no identificados.

~83,70 – ~85,80 m. Matriz cambia a un tono violáceo, desvitrificada, con alteración a óxidos. Con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, menor a 1 mm, zona con vesículas (30%), subredondeadas, 6 mm. Lava meteorizada roja, con mineralización secundaria.

~86,10 – ~87,80 m. Vesículas 70%.

En las zonas de fractura se encuentra una alteración azul y blanco. NRT, NOC-Transicional



~88,00 – ~91,50 m. Toba. Matriz violácea, desvitrificada, con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, menor a 1 mm y alineada horizontalmente, otros cristales con alteración verde y café. Obsidiana (3%), amorfa, de hasta 5 mm, con plagioclasa. *Fiammes* amarillo claro (10%), de hasta 10 mm. **RT**

**~88
109,06**

~91,50 – ~94,60 m. Matriz gris claro. Roca más suave que la anterior y no desvitrificada, liviana y porosa, muy alterada y con mineralización secundaria. Alteración verde y café. Alteración en clastos que los carcome y da la apariencia de porosidad. **RT**

~94,60 – ~95,00 m. Matriz igual al tramo 88,00 – 91,50 m, pero con clastos negros (6%), angulares, 5 mm, con aureola verde.

Alteraciones verde y café, fractura irregular.

Aumento en la cantidad de clastos a los 95,00 m de color rojo, anaranjado y gris (5%), subredondeados, de 4 – 6 mm. RT

~95,00 – ~98,00 m.

Textura fluidal en la matriz que rodea los clastos. Mismos clastos que tramo anterior, muy meteorizados y fragmentados. RT

~98,00 – ~105.70 m. Matriz morado oscuro a gris, parece haber plagioclasa hinchada en la matriz.

Continúa la misma alteración que da la apariencia de porosidad en los clastos, también alteración blanca. NRT

~102,00 m. Textura fluidal con *fiammes* rojo oscuro (30%), de 45 × 15 mm, estos parecen tener plagioclasa. Clastos anaranjados (posible oxidación), redondeados, de 15 mm.

~105,70 – 109,06 m. Matriz morado intenso, con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, menor a 1 mm. *Fiammes* rojos (5%), de hasta 15 x 1 mm.

Todo se encuentra muy fracturado y la fractura es irregular.

Alteración blanca y celeste y anaranjada por óxidos.

Vesículas por meteorización. NRT

ME-19, 382576/287273, Profundidad 150 m

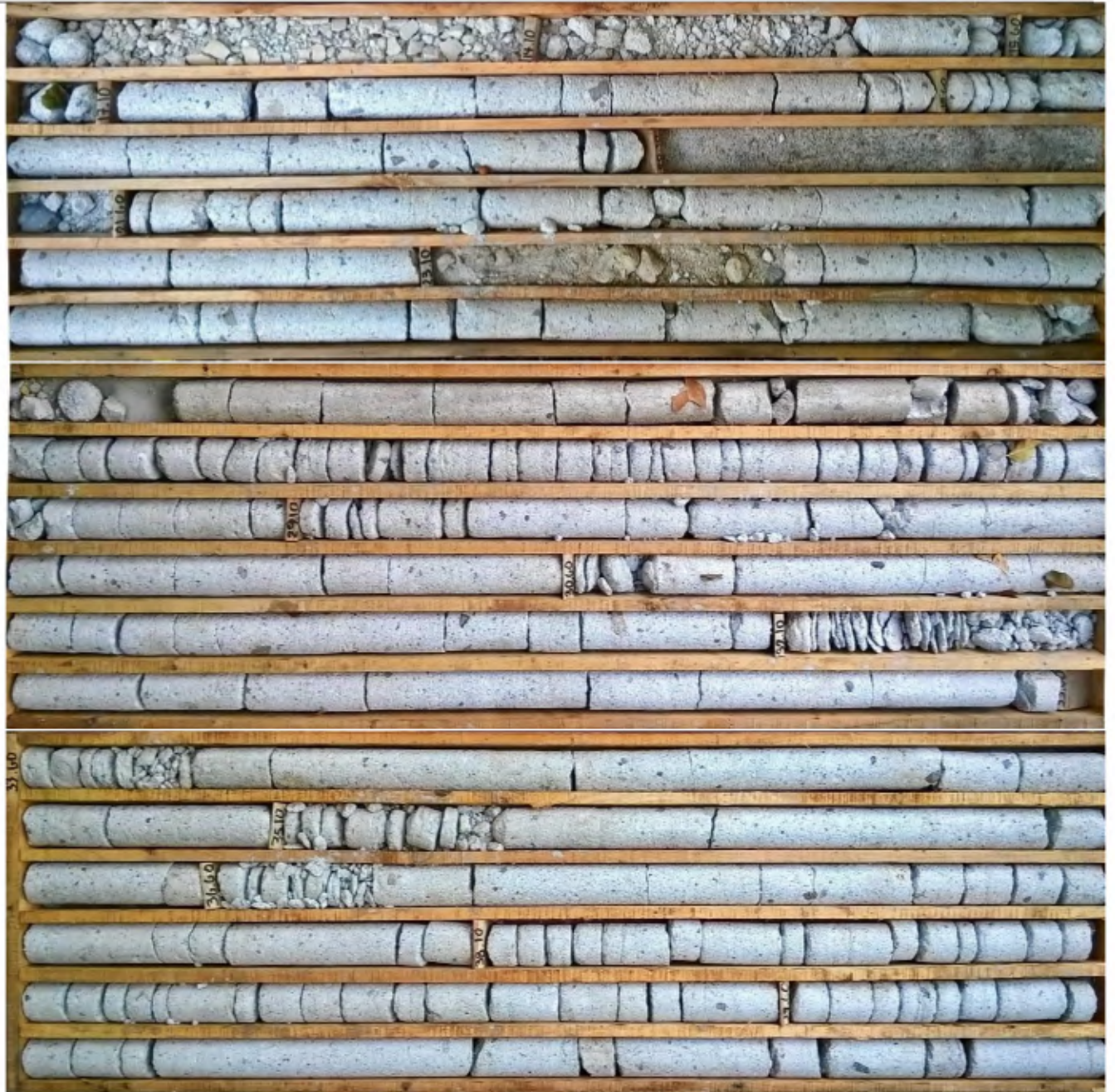
Prof. (m)	Litología y descripción
0,00 0,60	Toba. Matriz blanca con cristaloclastos de cuarzo (5 – 7%), irregular, de 3 mm; plagioclasa (5 – 7%), tabular, de 2 mm, algunas fragmentadas y biotita de cobre a café oscuro (10%), hexagonal, de 2 mm. Líticos no reconocibles grises (mayoría) y rojos (50%), angulares, de hasta 30 mm, meteorizados. Obsidiana (<1%), amorfa, menor a 2 mm. Mala selección, muy fragmentada, por lo que no se puede determinar el contacto entre los clastos. NRT, NOC
0,60 2,10	Toba. Matriz café amarillento con cristaloclastos de plagioclasa (50%), tabular, de 2 mm; cuarzo (15%), irregular, de 4 mm y anfíbol (1%), tabular, menor a 1 mm. Líticos

no reconocibles negros y rojos (15%), angulosos a subredondeados, de hasta 10 mm. Medianamente seleccionada con contacto puntual.

Alteración a óxidos (<10%).

Hacia la base disminuye la cantidad y tamaño de los cristales hasta un 60 – 65%, menores a 1 mm. Además, aparece biotita dorada (10%), mucho menor a 1 mm y líticos no reconocibles (5%), redondeados, oxidados y porosos, menores a 10 mm.

*Contacto bandeado café amarillento con blanco de la siguiente litología, incorpora biotita con alteración a óxidos. **NRT, CtD***









Toba. Matriz blanca con cristaloclastos de cuarzo (25%), irregular, de 4 mm, translucidos y con inclusiones negras en los más grandes, fracturados, además hay cuarzo lechoso y biotita de cobre a negra (10 – 15%), hexagonal, de 3 mm. Líticos no reconocibles grises y rojos (5%), angulares, de hasta 20 mm, esporádicos de hasta 45 mm.

2,10 – 17,10 m. Muy friable

17,10 – 20,10 m. Cuarzo (10 – 15%), irregular, con inclusiones negras, algunos alterados, de 5 mm; plagioclasa (5 – 10%), tabular, menor a 2 mm y biotita (10%), cobre y negra, hexagonal, de 3 mm. Líticos no reconocibles (10 – 15%), angulares, de hasta 30 mm. Pómez blanca (10%), amorfa, de hasta 15 mm.

**2,10
~92,00**

20,10 – 21,60 m. Arena suelta de grano grueso con fenocristales de biotita (<1%), hexagonal, de hasta 1 mm y cuarzo + plagioclasa (80%), irregulares y tabulares, menores a 2 mm. Líticos no reconocibles rojos y anaranjados (5%), redondeados, de hasta 1 mm; y negros (5 – 10%), subredondeados, menores a 1 mm. Lavas anaranjadas y moradas (3%), angulares, menores a 2 mm.

21,60 – 23,10 m. Ídem 17,10 – 20,10 m.

23,10 – 23,50 m. Similar al tramo 20,10 – 21,60 m, con zonas levemente compactadas, con matriz café claro, en las zonas sueltas hay más cristales oxidados cerca de 10%; la biotita aumenta 10 – 15%, hexagonal, menor a 2 mm.

23,50 – 26,10 m. Ídem 17,10 – 20,10 m.

26,10 – ~26,30 m. Arena café claro de grano muy fino, con fenocristales no reconocibles (5%), biotita (10 – 15%), hexagonal, menores a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (3 – 5%), angulares, menores a 1 mm.

A partir de 26,30 m. Litología compactada.

32,10 – ~32,40 m. Fracturas horizontales cada 5 – 20 mm.

A partir de ~32,10 m. Disminuye la cantidad y el tamaño de los clastos (10%), angulares a subredondeados, de hasta 10 mm.

~40,00 m. Aparecen *fiammes* gris claro (7 – 10%), de hasta 30 mm.

~41,00 m. La cantidad de clastos disminuye (<3%).

~52,00 m. *Fiammes* esporádicos y líticos no reconocibles (5%), angulosos a redondeados, de hasta 10 mm.

Clasto esporádico de 30 mm, angular, posible lava meteorizada.

~48,00 – ~75,00 m. Pómez gris claro (5%), algunas alargadas, de hasta 30 mm, las más pequeños son amorfas y las más grandes presentan cristales de cuarzo (10 – 15%), irregular, de 4 mm; y biotita (5%), hexagonal, menor a 2 mm.

~69,40 m. La litología presenta más fracturamiento horizontal cada 1 – 25 cm y una alteración anaranjada claro en las facturas.

~75,00 – ~87,50 m. *Fiammes* de pómez gris claro y morado claro, de hasta 30 mm, porosos, con fenocristales cuarzo y biotita (5 – 10%), irregulares y hexagonales, de hasta 4 mm. Continúa el fracturamiento horizontal cada 2 – 40 cm.

~84,00 m. Pómez rosado claro, de hasta 5 mm; y anaranjado claro y amarillo claro (10%), amorfas, de hasta 20 mm, las más grandes con cristales.

~87,50 – ~92,00 m. Muy fragmentado y friable, meteorizado y con baja recuperación.

~89,10 m. Muy friable, casi polvo y biotita oxidada. **CtN - irregular**

Toba. Toba amarillo claro, café al contacto con agua, con laminaciones cada 2 – 30 mm, formadas por granos en contacto puntual, algunas laminaciones, con un espesor de 1 – 2 mm, se encuentran inclinadas de 20 – 30°.

~92,00

~93,50

92,10 m. Nivel de concentración. Cristaloclastos de plagioclasa y cuarzo, tabulares e irregulares, menores a 1 mm. Líticos no reconocibles morados, menores a 2 mm. Seguido de 5 – 10 mm una toba grisácea con pómez (10%), rosada perlada, menor a 3 mm.

Toba. Matriz amarillo claro con cristaloclastos de cuarzo y plagioclasa (10 – 15%), irregular y tabular, menores a 2 mm; y anfíbol (<3%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles grises oscuro y morados (5 – 10%), subredondeados a subangulares,

de hasta 3 mm alterados. Pómez anaranjada (5%), amorfa, menor a 3 mm, muy meteorizada; y rosada (10%), tabular, perlada, de hasta 10 mm.

*En general la roca está muy meteorizada, predomina el contacto flotante pero también hay puntual, medianamente seleccionada. Hay zonas donde la matriz tiene un tono verdoso debido a alteración, y presenta pátinas cafés (<5%), redondeadas, menores a 1 mm. **BR, NOC-Zona fragmentada***



Toba. Matriz anaranjada con cristaloclastos de cuarzo (7 – 10%), irregular, con fractura, de 2 mm; y plagioclasa (7 – 10%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles rojos, grises, morados y anaranjados (10%), subredondeados a subangulares, de hasta 10 mm; y negros (3%), angulares, menores a 1 mm. Medianamente seleccionado con contacto flotante. Bien compactada, con alteración a óxidos (10%) y posibles arcillas.

93,50 – ~95,60 m. Muy fragmentada y fracturada.

~93,50

~99,85

A partir de ~95,60 m. Pómez anaranjada y café claro (10 – 15%), de hasta 40 mm, muy meteorizadas, las más grandes son algo alargadas, casi *fiammes*, con cuarzo y plagioclasa (5%), irregular y tabular, de 2 mm. Compactada y poco friable.

Los siguientes tramos se encuentran muy fragmentados.

~96,60 – ~97,10 m.

~98,10 – ~98,50 m.

~99,60 – ~99,85 m.

NRT, NOC-Transición



Toba. Matriz gris con cristaloclastos de cuarzo (5 – 10%), irregular, menor a 2 mm; y plagioclasa (5%), tabular, menor a 2 mm. Líticos no reconocibles grises y negros (5%), subangulares, de hasta 5 mm. Pómez anaranjada y café clara (7%), subredondeada a amorfa, de hasta 20 mm. Pátinas de óxidos (1 – 2%), subredondeadas, menores a 2 mm.

~102,00 m. Aumento en el tamaño de los clastos, hasta 10 mm y las pómez tienen fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, menor a 2 mm.

~102,60 – ~103,00 m. Muy fragmentado, también fracturas horizontales cada 5 – 15 mm.

~99,85
~116,00

A partir de 104,10 m. La cantidad de clastos + cristales disminuye a <5%, y de tamaños menores a 2 mm. Muy friable y poco compactado.

Tramos de material suelto de la misma litología.

~110,10 – ~110,20 m.

111,80 – ~113,00 m.

~107,30 – ~108,60 m. Presenta estratificación en láminas de 3 mm de espesor y color más claros que la matriz.

	<p>A partir de 113,50 m. La matriz degrada su color a amarillo claro. Muy friable, poco compactado y con las mismas características de la matriz anterior. NRT, NOC</p>
<p>~116,00 ~117,20</p>	<p>Paleosuelo medianamente desarrollado marrón de grano muy fino, con fenocristales y clastos translúcidos fragmentados negros, blancos y anaranjados, menores a 1 mm. Materia orgánica. Buena selección con contacto flotante.</p> <p>~116,40 m. Aparecen líticos no reconocibles (5 – 7%), subredondeados, de hasta 10 mm, meteorizados. Medianamente seleccionada, con contacto flotante. NRT, NOC</p>
<p>~117,20 118,00</p>	<p>Zona de transición. Hacia la base aumenta el contenido de clastos hasta 20%; los cristaloclastos (5 – 10%), son menores a 3 mm.</p> <p>Presenta láminas o niveles de concentración de minerales negros y óxidos, con 3 mm de espesor.</p> <p>~117,40 – ~118,00 m. Contacto difuso, donde la zona está muy fracturada y presenta una alteración de color blanco y negro. Poco compactado. NRT</p>



<p>118,00 ~125,90</p>	<p>Toba. Matriz gris rosada con cristaloclastos de cuarzo (5%), irregular, menor 2 mm y plagioclasa (5%), tabular, menor 2 mm, alteración verdosa (1%). Líticos no reconocibles anaranjados (3 – 5%), angulares, de hasta 3 mm; y negros (2%), subangulares, menores a 1 mm. Lavas grises y moradas (10%), angulares a subredondeadas, de hasta 15 mm, meteorizadas, donde algunas presentan aureola de oxidación. Pómez anaranjada y gris (5%), amorfa, de hasta 40 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.</p> <p>~119,10 – ~125,60 m. <i>Fiammes</i> grises (<5%), de hasta 20 x 2 mm.</p> <p>A partir de ~121,50 m. <i>Fiammes</i> grises (10%), de hasta 20 x 4 mm y algunos esporádicos de hasta 45 mm.</p> <p>A partir de ~125,30 m. <i>Fiammes</i> rosados y anaranjados (7%), de hasta 20 mm; y <i>fiammes</i> grises (5%), los <i>fiammes</i> más grandes tienen fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, menor a 1 mm. NRT, NOC – Transición</p>
---------------------------	--

~125,60 – ~125,90 m. Toba. Matriz gris con pómez gris (10%), amorfa, de hasta 20 mm. Obsidiana (5%), angular a subredondeada, de 2 – 1 mm con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, menor a 1 mm. *Fiammes* delgados (5%), de hasta 40 x 2 mm.



~125,90 – ~129,00 m. Toba. Matriz gris con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, menor a 2 mm; epidota verde (3%), tabular, de 3 mm; y piroxeno (3%), tabular, menor a 1 mm. Líticos grises (5%), subredondeados a subangulares, de hasta 8 mm, algunos presentan aureola de oxidación. Obsidiana (3 – 4%), angular a subredondeada, de hasta 3 mm, las más grandes con fenocristales plagioclasa (10%), tabular, menor a 1 mm. Pómez café, gris y anaranjado (8%), subredondeada a amorfa, hasta 15 mm, con fenocristales de piroxeno (10%), granular, menores a 1 mm; y plagioclasa (3%), tabular, menor a 1 mm. *Fiammes* café y gris (7%), de hasta 15 mm, con fenocristales de piroxeno (10%), granular, menor a 1 mm y plagioclasa (3%), tabular, menor a 1 mm.

Alteración a arcillas y óxidos cerca de un 4%.

~125,90 – ~125,50 m. Litología bien compactada, con alteración anaranjado claro, en zonas de fractura.

~125,90

~132,40

~125,50 – ~128,00 m. Zona de fracturamiento horizontal, cada 2 – 10 cm, se encuentra meteorizada, friable y se observa un leve aumento de pómez (10%), redondeada, hasta 20 mm.

~128,00 – ~129,00 m. Matriz gris celeste, cerca de ~128,00 m, hay pocos *fiammes* de pómez gris (5%), amorfa, menor a 5 mm. La zona se encuentra fracturada horizontal y verticalmente, meteorizada y un poco más friable que la anterior.

~129,00 – ~129,60 m. Matriz gris celeste con cristaloclastos de plagioclasa (15%), tabular, menor a 1 mm; cuarzo (5%), irregular, menor a 1 mm y piroxeno (5%), tabular, menor a 1 mm. Lavas gris, morado y café (5%), angulares a subredondeadas, de hasta 6 mm. Obsidiana (5%), subangular a subredondeada, de hasta 5 mm. Pómez blanca y gris (10%), subredondeada, de hasta 10 mm, algunas con fenocristales translúcidos y negros (3%), sin hábito reconocible, menores a 1 mm. *Fiammes* de

pómez blanca y gris (5%), de hasta 15 x 4 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

~129,60 – ~129,70 m. *Fiammes* de pómez blanca, obsidiana y grises (5%), de hasta 25 x 2 mm estos presentan alteración a óxidos y arcillas.

~129,70 – ~129,90 m. Vitrófiro. Matriz negra con cristaloclastos de plagioclasa (20%), tabular, de 2 mm; y piroxeno (10%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles grises y rojos (4%), angulares, de hasta 4 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

La plagioclasa se encuentra ligeramente alineada horizontalmente.

~129,90 – ~130,50 m. Vitrófiro. Matriz negra vitrofírica y con textura perlítica, con cristaloclastos de cuarzo (10%), irregular, menor a 2 mm; plagioclasa (5 – 7%), tabular, menor a 2 mm, algunas presentan inclusiones negras, alteración de posible epidota (2%) rodeando cristales. Líticos no reconocibles morados claro, café-anaranjados y blancos ($\leq 5\%$), menores a 3 mm.

La plagioclasa se encuentra alineada horizontalmente.

~130,50 – ~132,40 m. Vitrófiro. Matriz gris claro vitrofírica y con textura perlítica con cristaloclastos de cuarzo (10%), irregular, menor a 2 mm; plagioclasa (5 – 7%), tabular, menor a 2 mm, algunas presentan inclusiones negras; piroxeno (3%); granular, menor a 1 mm; y epidota (3%), tabular, negro-verdoso, menor a 1 mm, alteración de posible epidota (2%), rodeando fenocristales y otra alteración negro-morado. *Fiammes* de obsidiana (15%), menores a 2 mm, con plagioclasa. *Fiammes* blancos (10%), de hasta 45 mm, algunos bandeados gris con negro.

Alteración a: Óxidos, láminas verdes de hasta 5 mm de espesor con líneas de óxido.

Alteración fibrosa color amarilla-anaranjada. NRT, NOC – Transición

~132,40

~134,10

Paleosuelo. Matriz café-anaranjada con fenocristales negros, translúcidos y blancos, sin hábito reconocible, menores a 1 mm. Lavas grises, moradas y blancas (5%), subangulares a subredondeadas, de hasta 10 mm. Pómez amarilla (5%), alargadas, de hasta 20 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, menor a 1 mm. Mala selección con contacto flotante. **NRT, NOC – Zona fracturada**



Toba. Matriz gris rosada con cristaloclastos de plagioclasa (5 – 10%), tabular, menor a 2 mm. Lavas moradas, grises y cafés (5 – 7%), angulares a subredondeadas, de hasta 8 mm, meteorizadas. Obsidiana (3 – 5%), angular, de hasta 10 mm donde los más grandes tienen plagioclasa (3%), tabular, menor a 1 mm. Pómez anaranjada y roja oxidada (3 – 5%), subredondeada, de hasta 3 mm; y gris, esporádica de hasta 45 x 30 mm, con aureola de oxidación. *Fiammes* de pómez anaranjada, gris y rosada (10 – 12%), de hasta 40 mm. Mala selección con contacto flotante.

Alteración negra.

Zona muy meteorizada, fracturada y fragmentada.

Los fiammes pasan de amarillo claro a anaranjado.

~141,75 – ~143,50 m. *Fiammes* de obsidiana (5%), de hasta 10 mm.

~134,10

~146,00

~143,50 – ~144,50 m. *Fiammes* de obsidiana (20%), de hasta 45 x 1 mm, algunos con plagioclasa (5%), tabular, menor a 2 mm. Muy fracturado con óxidos y arcillas.

A partir de ~144,50 m. Matriz café gris.

~144,65 m. Escoria amorfa, de hasta 45 x 45 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, menor a 2 mm.

A partir ~144,75 m. *Fiammes* de obsidiana (10 – 12%), de hasta 45 mm, los más grandes tienen plagioclasa (3%), tabular, menor a 2 mm. **NRT, NOC-Transición**

~145,80 – ~146,00 m. Zona muy fracturada, fragmentada y meteorizada. Transición al flujo de escorias.

~146,00

150,00

Toba. Matriz gris con cristaloclastos de plagioclasa (3 – 5%), tabular, menor a 1 mm. Lavas blancas, grises, amarillas y cafés (5%), subangulares a subredondeadas, de hasta 3 mm. Obsidiana (3 – 5%), angular a subredondeada, de hasta 5 mm. Escoria gris oscuro (13 – 15%), amorfa a subangular, de hasta 45 mm, con fenocristales de plagioclasa (3 – 5%), tabular, menor a 1 mm. Pátinas de óxidos, anaranjado intenso (3%), menor a 1 mm. Mala selección con contacto flotante. **BR**

Apéndice 3. Descripciones petrográficas y fotos microscópicas

Toba Alto Mirador

Código muestra: M76 (1) *Ubicación:* 414842/266733

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz rosado claro con cristaloclastos de plagioclasa (10%), granular, de hasta 1 mm. Líticos no reconocibles negros (5%), angulares, de 1 mm. Pómez (70%), amorfa, de hasta 200 mm, con fenocristales de biotita (5%), hexagonal, de hasta 2 mm, y plagioclasa (10%), tabular, de hasta 1 mm. Mala selección con contacto flotante. Con tramos dentro de los flujos de menor tamaño de grano. Lentes de pómez, ídem matriz, de hasta 40 mm.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (70%) compuesta de vidrio gris amarillento (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (5%), alargadas, de 1,6 x 1,1 mm. Otras texturas: Cribosa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (1%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,2 x 0,4 y 0,3 x 0,1 mm, zonación continua, discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad.

Fragmentos de roca

Lítico gris claro (<1%), alargado, de 1,1 x 0,7 mm.

Fragmentos piroclásticos

Escoria negra (<1%), alargada, de 0,6 x 0,3 mm, con vesículas (60%), alargadas, 0,3 x 0,1 mm.

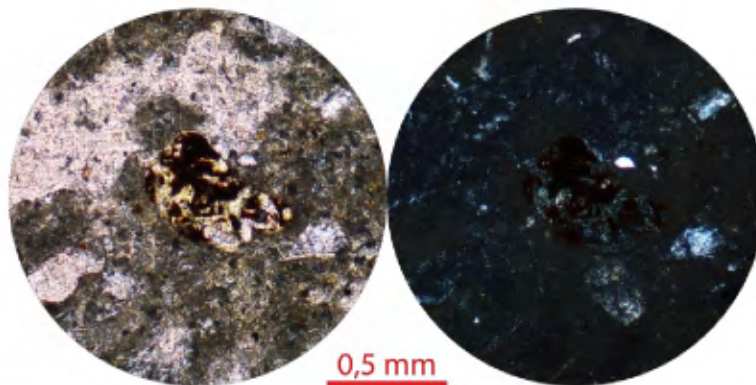
Pumíticos gris claro (27%), alargados, 5,2 x 3,5 mm, con vesículas (60%), alargadas, de 2,7 x 0,5 mm.

Accesorios

Clinoanfíbol (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 1,6 x 0,5 mm.

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, tabulares, de 0,4 x 0,2 mm.



Código muestra: M76 (2) Ubicación: 414842/266733

Descripción macroscópica

Lava negra de textura afanítica porfirítica, con fenocristales de plagioclasa (13%), tabular, de 3 mm, forman cumulitos y piroxeno (<1%), granular, de 1 mm. Frente de meteorización gris claro de 1 mm Pátinas anaranjadas. Arcillitización.

Descripción microscópica

Textura y matriz

Textura hipocristalina porfirítica xenomórfica. Otras texturas: Glomeroporfirítica con plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno y opacos y cribosa.

Matriz fluidal compuesta de vidrio gris claro (89%) con microlitos de plagioclasa orientados (40%) y vesículas (2%), alargadas, de 1,2 x 0,6 mm.

Minerales primarios

Plagioclasa (7%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,2 x 0,6 y 0,3 x 0,2 mm, con zonación continua, discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad.

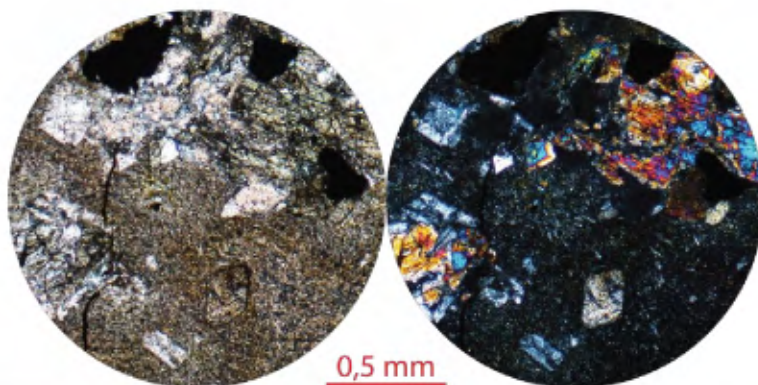
Clinopiroxeno (2%), xenomórfico, tabular, de 0,8 x 0,6 mm.

Opacos (1%), xenomórficos, granulares, de 0,3 x 0,3 mm.

Accesorios

Ortopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,7 x 0,5 mm.

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.



Código muestra: 7-7-5-15 Ubicación: 397012/267922.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, menor a 1 mm; vesículas (15%), redondeadas, de hasta 1 mm. Clastos grises (3%), angulares, de hasta 3 mm. Pómez amarilla (2%), redondeada, de hasta 1 mm. *Fiammes* amarillos con borde anaranjado (6%), de 4 x 1 mm, de pómez. Buena selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (53%) compuesta de vidrio gris café claro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (7%), angulares, de 1,6 x 1,4 mm. Otras texturas: Eutaxítica y cumulitos de plagioclasa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (4%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,9 x 0,4 y 0,2 x 0,1 mm, con maclas polisintéticas, simples y de Karlsbad y zonación discontinua.

Fragmentos de roca

Líticos gris claro (2%), angulares, de 1,9 x 1,1 mm, con bordes irregulares.

Lavas gris café claro (5%), subredondeada, de 5 x 3 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (15%), vesículas (7%), angulares, de 1 x 0,6 mm y plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, de 0,3 x 0,1 mm, con maclas polisintéticas y zonación discontinua.

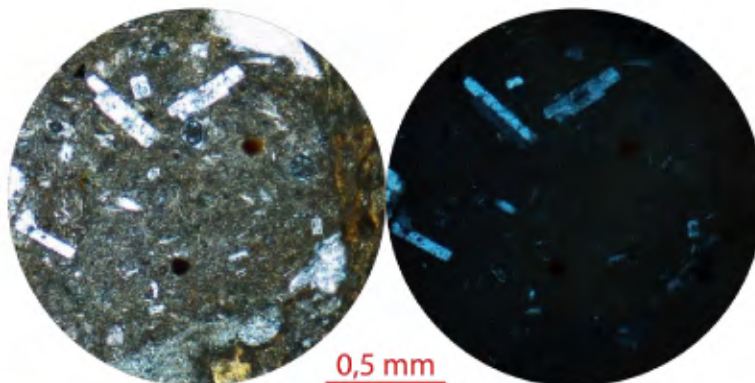
Fragmentos piroclásticos

Pumíticos anaranjados (15%), alargados, de 26 x 4 mm, con fenocristales de plagioclasa (20%), hipidiomórfica, tabular, de 0,9 x 0,2 mm, con maclas polisintéticas y zonación discontinua; iddingsita (5%), xenomórfica, sin hábito reconocible, de 0,2 x 0,2 mm y clinopiroxeno (2%), xenomórfico, granular, de 0,5 x 0,4 mm.

Pumíticos recristalizados (21%), alargados, de 4 x 1 mm.

Accesorios

Opacos (<1%), xenomórficos, granulares, de 0,1 x 0,1 mm.



Toba Potrerillos

Código muestra: 4ME143,5 *Ubicación:* Piezómetro ME – 4, Senara Tempisque, profundidad: 143,5 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris café con cristaloclastos de plagioclasa (6%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles rojos (3%), angulares, de hasta 13 mm; y blancos (1%), angulares, de 5 mm. Lava gris oscuro andesítica (2%), angular, de 7 mm, con fenocristales de plagioclasa (30%), tabular, de 3 mm. Escoria negra (25%), amorfa, de 50 x 24 mm. Mala selección con contacto puntual a flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (78%) compuesta de vidrio café claro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (3%), angulares, de 1,1 x 0,8 mm. Otras texturas: Cribosa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (7%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1 x 0,6 y 0,4 x 0,2 mm, maclas polisintéticas, de Karlsbad y zonación discontinua.

Opacos (2%), xenomórficos, tabulares, de 0,3 x 0,2 mm.

Fragmentos de roca

Líticos gris claro (1%), subangulares, de 1,2 x 0,9 mm.

Lava café claro (9%), subangular, de 8 x 4 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (4%) y fenocristales de plagioclasa (3%), hipidiomórfica, tabular, de 0,4 x 0,1 mm, con maclas de Karlsbad y zonación discontinua y clinopiroxeno (<1%), hipidiomórfica, tabular, de 0,2 x 0,1 mm.

Fragmentos piroclásticos

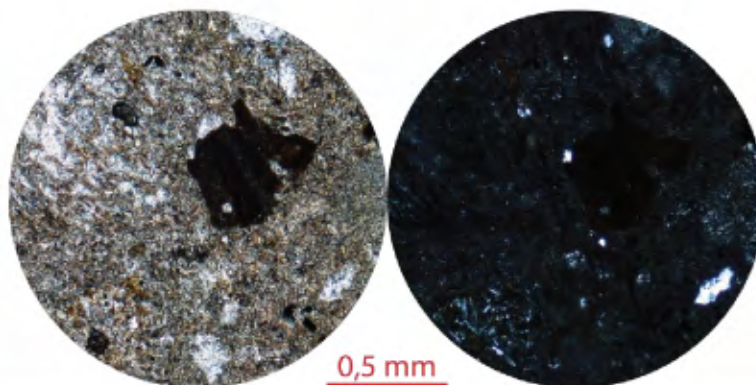
Pumíticos amarillo claro (4%), alargados, de 3,2 x 1,8 mm.

Fragmentos de vidrio (10%), bandeados, amorfos, de 0,5 x 0,5 mm.

Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,2 x 0,1 mm.

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,1 x 0,02 mm.



Código muestra: 4ME149,34 **Ubicación:** Piezómetro ME – 4, Senara Tempisque, profundidad: 149,34 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz con cristaloclastos de plagioclasa (4%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (1%), redondeados, de 3 mm; grises (4%), angulares, de 13 mm; y blancos (2%), angulares, de 3 mm. Escoria negra (3%), subredondeada, de 8 x 4 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), alargada, menor a 1 mm. *Fiammes* negros de escoria (12%), de 15 x 2 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (68%) compuesta de vidrio amarillo claro a incoloro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (16%), amorfas, de 2,6 x 2,1 mm.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (11%), xenomórfica, tabular, de 1,8 x 1,2 mm, con maclas polisintéticas, de Karlsbad y zonación discontinua.

Fragmentos de roca

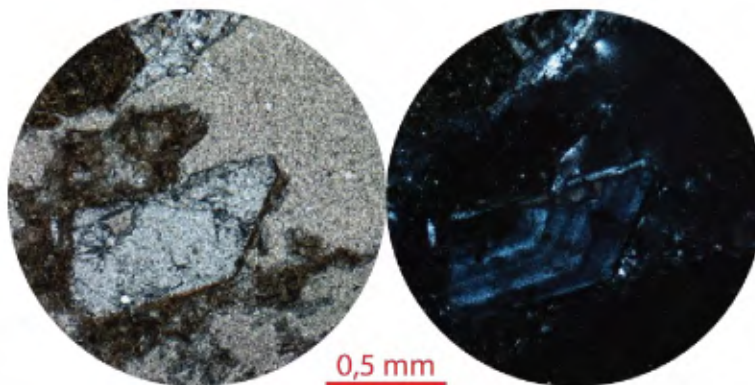
Lava café oscuro a negra (2%), angular, de 0,9 x 0,6 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (5%).
Lava recristalizada (9%), angular, de 6 x 6 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (40%) y fenocristales de plagioclasa (30%), hipidiomórfica, tabular, de 0,8 x 0,6 mm, con maclas polisintéticas, de Karlsbad y zonación discontinua e iddingsita (13%), hipidiomórfica, granular, de 0,3 x 0,3 mm.

Fragmentos piroclásticos

Fragmentos de vidrio café oscuro (3%), amorfos, de 1,1 x 0,7 mm.
Pumíticos gris claro (8%), redondeados, de 21 x 11 mm.

Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,3 x 0,2 mm.
Ortopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,3 x 0,3 mm.
Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.
Opacos (<1%), xenomórficos, granulares, de 0,2 x 0,2 mm.



Código muestra: 6CN87,45 **Ubicación:** Piezómetro 6 CN, Senara Tempisque, profundidad: 87,45 m.

Descripción macroscópica soporte por matriz

Toba de textura piroclástica. Matriz café oscuro grisáceo con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, menor a 1 mm. Clastos grises (3%), angulares, de hasta 5 mm. Lavas negras (5%), angulares, de 45 mm, con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, menor a 2 mm, hidratada, con una aureola de oxidación y alteración verde. Escoria (4%), angular, 7 mm. Pómez anaranjada (1%), amorfa, 4 mm. *Fiammes* negros (15%), de escoria, 11 x 4 mm, algunos con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, 2 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (42%) compuesta de vidrio gris café claro (Sideromelana), trizas vítreas y vesículas (4%), amorfas, de 2,4 x 0,8 mm. Otras texturas: Eutaxítica y glomeroporfirítica con plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno y opacos.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (8%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,4 x 0,8 y 0,5 x 0,2 mm, maclas de Karlsbad y zonación discontinua.

Clinopiroxeno (3%), hipidiomórfico a xenomórfico, tabular, de 1,9 x 0,8 mm.

Ortopiroxeno (1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,7 x 0,4 mm.

Opacos (1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,2 x 0,2 mm.

Fragmentos de roca

Líticos recristalizados (3%), subredondeados, de 3,5 x 1 mm.

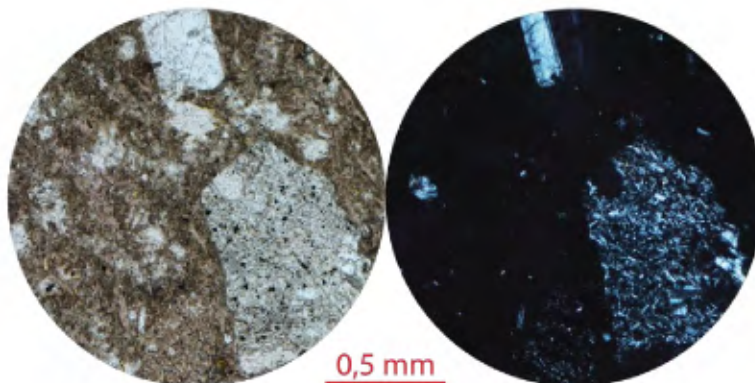
Lava gris claro y anaranjado fuerte (11%), angular, de 1,9 x 1,4 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (15%).

Fragmentos piroclásticos

Escoria anaranjado claro (15%), amorfa, de 17 x 10 mm.

Pumíticos café (4%), redondeados, de 0,8 x 0,4 mm.

Pumíticos café rojizos (7%), alargados, de 1,4 x 0,3 mm.



Código muestra: 6CN94,4 **Ubicación:** Piezómetro 6 CN, Senara Tempisque, profundidad: 94,4 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris de grano con cristaloclastos de plagioclasa (8%), tabular, de 2 mm; y piroxeno (2%), granular, menores a 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados y oxidados (3%), menores a 2 mm. Andesitas (7%), de angulares a subredondeados, de hasta 15 mm. Obsidiana (5%), angular, menor a 2 mm. Escoria (15%), amorfa, de hasta 40 mm, con plagioclasa, tabular. Pómez gris (10%), amorfa, de hasta 30 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica matriz

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (54%) compuesta de vidrio café claro (Taquilítico), trizas vítreas y vesículas (3%), redondeadas, de 0,5 x 0,5 mm. Otras texturas: Glomeroporfírica con plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno y opacos.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,3 x 0,6 y 0,5 x 0,1 mm, maclas polisintéticas, de Karlsbad y zonación continua.

Opacos (1%), xenomórficos, granulares, de 0,2 x 0,2 mm.

Fragmentos de roca

Lítico café claro arcillitizados (3%), angulares, de 0,4 x 0,4 mm.

Líticos gris claro recrystalizados (8%), angulares, de 5 x 2,7 mm.

Lavas negras con bordes café (2%), angulares, de 1,6 x 1,4 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (3%).

Fragmentos piroclásticos

Escoria café anaranjada (5%), amorfa, de 2,5 x 2 mm, con vesículas (35%), subredondeadas, de 0,5 x 0,5 mm.

Pumíticos negro y café (6%), angulares, de 1,1 x 0,8 mm.

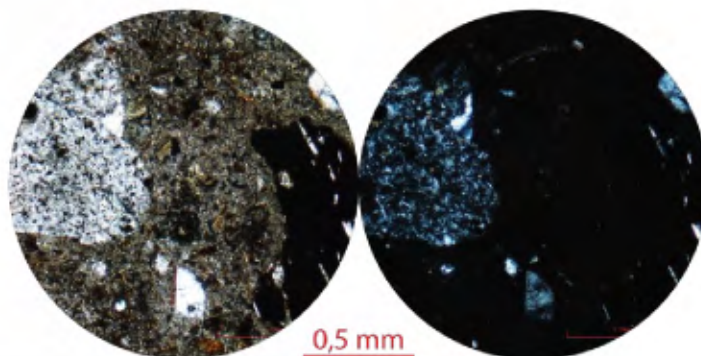
Pumíticos grises (11%), alargados, de 2 x 1,2 mm, con bordes anaranjados y fenocristales de plagioclasa (6%), hipidiomórfica, tabular, de 1,3 x 1,2 mm, con zonación discontinua.

Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), xenomórfica, tabular, de 0,9 x 0,2 mm.

Ortopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,7 x 0,3 mm.

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.



Código muestra: 6CN99,5 **Ubicación:** Piezómetro 6 CN, Senara Tempisque, profundidad: 99,5 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz rosada claro con cristaloclastos de plagioclasa (15 – 10%), tabular, menor a 1 mm; y piroxeno (5%), tabular, menor a 1 mm, con alteración verdosa. Andesitas grises (10%), angulares a subredondeadas, de hasta 45 mm, algunas con plagioclasa, tabular, y aureola de oxidación. Obsidiana (15 – 10%), amorfa, de hasta 45 mm, meteorizada (más común en el techo). Pómez gris (5%), amorfa, de hasta 20 mm. *Fiammes* de obsidiana (20%), de hasta 45 mm, los más grandes con fenocristales de plagioclasa, tabular. Mala selección con contacto flotante a puntual.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura piroclástica, con matriz (31%) compuesta de vidrio gris claro (Sideromelana) y trizas vítreas. Otras texturas: Glomeroporfírica con plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno y opacos y poiquilítica con clinopiroxeno sobre plagioclasa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (13%), hipidiomórfica a idiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,4 x 0,4 y 0,4 x 0,3 mm, maclas polisintéticas, de Karlsbad y zonación discontinua.

Clinopiroxeno (2%), hipidiomórfica, tabular, de 1,1 x 0,5 mm.

Ortopiroxeno (1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,3 x 0,3 mm.

Opacos (2%), xenomórficos, granulares, de 0,3 x 0,3 mm.

Fragmentos de roca

Líticos recristalizados (24%), subredondeados, de 2,1 x 1,3 mm.

Lavas negras con bordes café (5%), amorfas, de 1 x 0,5 mm, con microlitos de plagioclasa sin orientación (1%).

Fragmentos piroclásticos

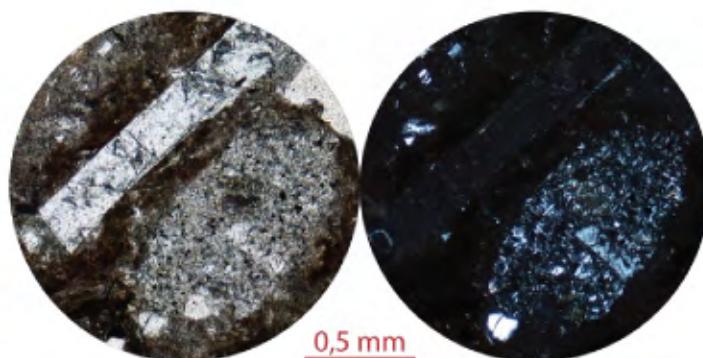
Escoria café (6%), amorfa, de 2,9 x 2,6 mm, arcillitizada, con microlitos de plagioclasa no orientados (2%) y vesículas (20%), redondeadas, de 0,3 mm de diámetro.

Pumíticos café rojizo (7%), alargados, de 1,8 x 1 mm, arcillitizados.

Pumíticos café rojizos (10%), alargados, de 1,3 x 0,3 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.



Código muestra: 10AH122,2 **Ubicación:** Piezómetro AH – 10, Senara Tempisque, profundidad: 122,2 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz café claro con cristaloclastos de plagioclasa (12%), tabular, de 1 mm; y piroxeno (3%), tabular, menor a 1 mm. Lava negra andesítica (15%), angular, de hasta 26 mm, con fenocristales de plagioclasa (15%), tabular, de 1 mm. Escoria café claro (20%), amorfa, de hasta 45 x 24 mm. Pómez amarillo claro (3%), alargada, de hasta 6 x 2 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura clástica, con matriz (48%) compuesta de vidrio gris amarillento claro (Sideromelana) y vesículas (2%), amorfas, de 2,8 x 2,1 mm. Otras texturas: Cribosa y poiquilítica en ortopiroxeno con inclusiones de opacos.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (22%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,8 x 0,5 y 0,9 x 0,4 mm, maclas polisintéticas, de Karlsbad y zonación discontinua.

Clinopiroxeno (3%), xenomórfico, tabular, de 1 x 0,8 mm.

Fragmentos de roca

Lava anaranjada (3%), angular, de 2,2 x 2,1 mm, con fenocristales de plagioclasa (40%), hipidiomórfica, tabular, de 0,4 x 0,1 mm, con zonación discontinua, clinopiroxeno (1%), xenomórfico, tabular, de 0,2 x 0,2 mm, ortopiroxeno (2%), hipidiomórfico, tabular, de 0,3 x 0,2 mm y opacos (2%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,3 x 0,3 mm.

Lava gris (10%), angular, de 1,8 x 1,4 mm, con fenocristales de plagioclasa (25%), xenomórfica, tabular, de 0,3 x 0,2 mm, con zonación continua.

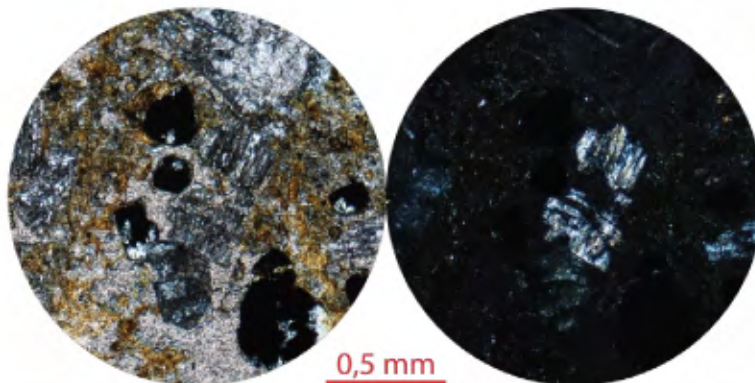
Fragmentos piroclásticos

Pumíticos café oscuro a negro (2%), subredondeados, de 1,7 x 1,1 mm.

Accesorios

Ortopiroxeno (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,8 x 0,5 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, granulares, de 1 x 1 mm.



Código muestra: 10AH124 **Ubicación:** Piezómetro AH – 10, Senara Tempisque, profundidad: 124 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz café claro con cristaloclastos de plagioclasa (9%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles negros (12%), angulares de 2 mm; y grises (8%), angulares, de 18 x 10 mm. Escoria café claro (35%), subredondeada, de hasta 27 x 21 mm, con fenocristales de plagioclasa (8%), tabular, menor a 1 mm; y piroxeno (2%), granular, menor a 1 mm. Mala selección con contacto lineal a puntual.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura piroclástica, con matriz (49%) compuesta de vidrio gris amarillento claro (Desvitrificado) y vesículas (16%), amorfas, de 2,6 x 2,2 mm. Otras texturas: Cribosa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (22%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 3,5 x 0,7 y 0,4 x 0,4 mm, maclas polisintéticas y zonación continua y discontinua.

Opacos (3%), xenomórficos, tabulares, de 0,5 x 0,4 mm.

Fragmentos de roca

Líticos recristalizados (3%), angulares, de 4 x 2,2 mm, arcillitizados.

Fragmentos piroclásticos

Escoria anaranjada (15%), amorfa, de 10 x 5 mm, con fenocristales de plagioclasa (20%), xenomórfica, tabular, de 1,1 x 0,5 mm, con maclas polisintéticas, zonación continua y textura cribosa y vesículas (85%), amorfas, de 1,4 x 0,6 mm.

Pumíticos café oscuro (<1%) subredondeados, de 1,7 x 1,6 mm.

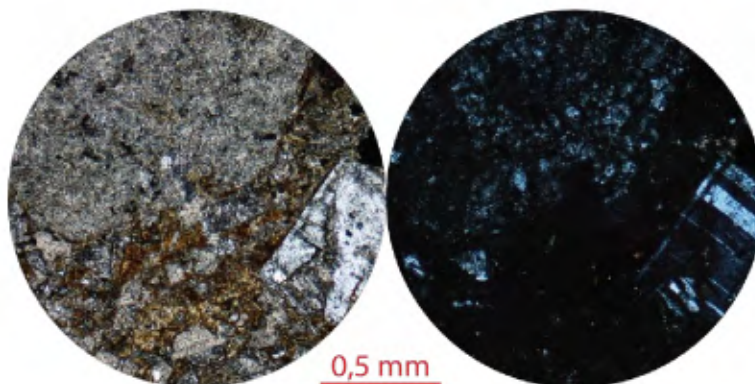
Pumíticos café oscuro (6%), alargados, de 2,8 x 0,8 mm.

Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,2 x 0,2 mm.

Ortopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,3 x 0,3 mm.

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.



Código muestra: 19ME146-150 **Ubicación:** Piezómetro ME – 19, Senara Tempisque, profundidad: 146 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris café con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (<1%), angulares, de 5 mm. Lavas grises andesíticas (2%), angulares, de 4 mm, con fenocristales de plagioclasa (30%), tabular, menor a 1 mm. *Fiammes* negros escoriáceos (30%), de hasta 24 x 9 mm; y *fiammes* blancos (1%), de hasta 6 x 2 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (66%) compuesta de vidrio café claro (Taquilítico), trizas vítreas y vesículas (8%), alargadas, de 1 x 0,5 mm. Otras texturas: Cumulitos y microlítica en plagioclasa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (4%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,8 x 0,7 mm y otra compuesta por microlitos, con maclas polisintéticas, de Karlsbad y zonación discontinua.

Fragmentos de roca

Líticos ignimbríticos gris café claro (11%), angulares, de 2 x 1,3 mm, con vesículas (28%), alargadas, de 5,2 x 0,7 mm, con borde irregular y fenocristales de plagioclasa (<1%), xenomórfica, tabular, de 0,6 x 0,2 mm, con maclas de Karlsbad y zonación continua.

Líticos recristalizados (5%), angulares, de 2,1 x 1,5 mm.

Fragmentos piroclásticos

Escoria café oscuro (4%), redondeada, de 2,1 x 1,7 mm, con microlitos de plagioclasa no orientados (30%) y vesículas (40%), subangulares, de 0,5 x 0,3 mm.

Pumíticos café oscuro (1%), alargados, de 0,4 x 0,2 mm, con borde negro.

Pumíticos gris claro (4%), alargados, de 0,6 x 0,4 mm.

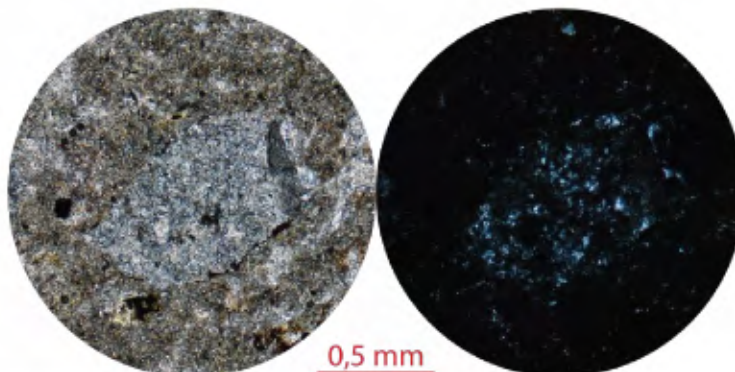
Pumíticos café claro (3%), alargados, de 1,8 x 0,6 mm.

Fragmentos de vidrio anaranjado claro (1%), angulares, de 1,7 x 1 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, granulares, de 0,5 x 0,4 mm.



Toba Limbo I

Código muestra: M22 Ubicación: 356783,9/309152,2

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles (8%), angulares, de 5 mm. Obsidiana (1%), amorfa, de hasta 10 mm. Pómez (5%), amorfa, de hasta 10 mm. *Fiammes* de pómez (10%), de hasta 25 x 5 mm, con meteorización anaranjada. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura piroclástica con matriz (67%) compuesta de vidrio gris café (Desvitrificado).

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (4%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,9 x 0,4 y 0,2 x 0,2 mm, zonación discontinua, maclas polisintéticas y bordes fracturados.

Clinopiroxeno (1%), xenomórfico, tabular, de 0,7 x 0,5 mm.

Fragmentos de roca

Líticos recristalizados (1%), amorfos, de 1,4 x 0,7 mm.

Líticos amarillos (1%), angulares, de 0,9 x 0,8 mm.

Lavas gris oscuro (<1%), subredondeadas, de 2,2 x 2,1 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (30%) y fenocristales de plagioclasa (9%), hipidiomórfica, tabular, de 0,2 x 0,1 mm, con zonación discontinua y maclas de Karlsbad.

Fragmentos piroclásticos

Escoria café oscuro (10%), angular, de 9 x 6 mm, con vesículas (10%), alargadas, de 9 x 5,8 mm.

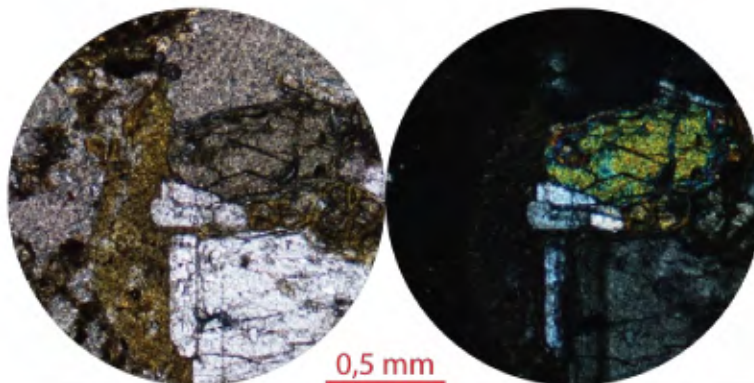
Pumíticos café oscuro (15%), angulares, de 1,5 x 1,4 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, de 0,2 x 0,1 mm, con maclas de Karlsbad.

Accesorios

Ortopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,6 x 0,4 mm.

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,3 x 0,03 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,2 x 0,2 mm.



Código muestra: 7CN107,48 **Ubicación:** Piezómetro CN – 7, Senara Tempisque, profundidad: 107,48 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz verde amarillento con cristaloclastos de plagioclasa (13%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles rojos y anaranjados (<1%), angulares, de hasta 5 mm; blancos (3%), angulares, de hasta 3 mm; y grises (20%), angulares, de hasta 5 mm. Pómez blanca (10%), amorfa, de hasta 3 mm. Materia orgánica sin forma reconocible (<1%). Mala selección con contacto flotante y puntual.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Matriz reemplazada por calcita (78%). Otras texturas: Cribosa, textura en corona con ortopiroxeno y clinopiroxeno.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (13%), hipidiomórfica, tabular, de 0,9 x 0,4 mm, con maclas polisintéticas, de Karlsbad y bordes fracturados.

Clinopiroxeno (4%), hipidiomórfico, tabular, de 1,5 x 0,8 mm.

Opacos (2%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,3 x 0,3 mm.

Fragmentos de roca

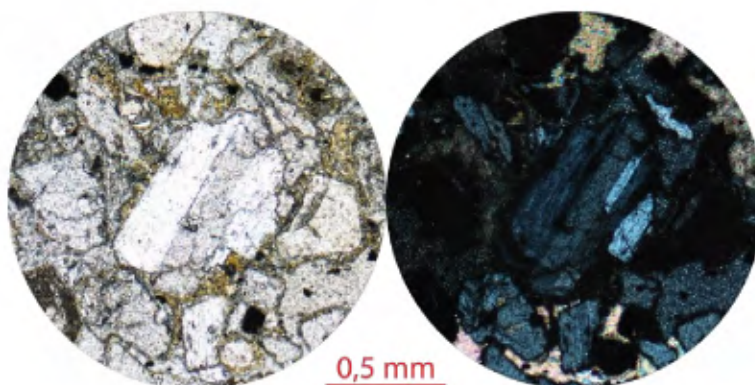
Lava gris y café claro (<1%), angulares, de 0,9 x 0,9 mm, con microlitos de plagioclasa (5%), sin orientación específica.

Fragmentos piroclásticos

Pumíticos café oscuro (2%), amorfos, de 0,6 x 0,4 mm.

Accesorios

Ortopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,6 x 0,3 mm.



Código muestra: 7CN110,1 **Ubicación:** Piezómetro CN – 7, Senara Tempisque, profundidad: 110,1 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris verdosa con cristaloclastos de piroxeno (5%), granular, de hasta 1 mm, plagioclasa (<1%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (5%), angulares, de hasta 3 mm. Pómez blanca (60%), amorfa, de hasta 30 mm, con fenocristales piroxeno (15%), granular, menor a 1 mm, plagioclasa (3%), tabular, de 1 mm. Mala selección con contacto flotante y puntual.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura clástica, con matriz (54%) compuesta de vidrio gris claro (Sideromelana) y vesículas (11%), alargadas, de 2,1 x 0,5 mm. Otras texturas: Cribosa, y glomeroporfírica en plagioclasa y clinopiroxeno.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (9%), xenomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,1 x 1,1 mm, maclas polisintéticas, de Karlsbad y zonación discontinua.

Clinopiroxeno (3%), hipidiomórfico, tabular, de 0,7 x 0,5 mm.

Fragmentos de roca

Líticos recristalizados (6%), angulares, de 2,1 x 1,6 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, de 0,3 x 0,2 mm, con maclas polisintéticas y de Karlsbad.

Lava negra (8%), amorfa, de 3,5 x 2,9 mm, con borde café y fenocristales de plagioclasa (17%), hipidiomórfica, tabular, de 0,9 x 0,3 mm, con maclas polisintéticas y zonación discontinua y clinopiroxeno (12%), xenomórfico, tabular, de 1,1 x 0,4 mm.

Fragmentos piroclásticos

Escoria café oscuro (11%), subredondeada, de 2,7 x 2,1 mm, con vesículas (15%), alargada, de 0,7 x 0,1 mm.

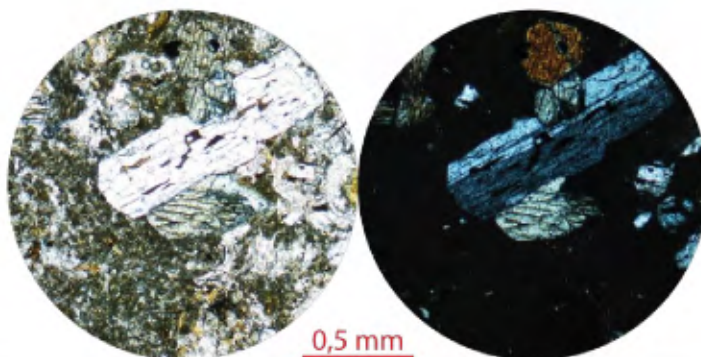
Pumíticos café claro (7%), amorfos, de 3,3 x 2,5 mm, con vesículas (20%), alargadas, de 0,9 x 0,1 mm y fenocristales de plagioclasa (9%), hipidiomórfica, tabular, de 0,4 x 0,2 mm, con maclas de Karlsbad y zonación continua; clinopiroxeno (5%), xenomórfico, tabular, de 0,5 x 0,2 mm y ortopiroxeno (3%), xenomórfico, tabular, de 0,4 x 0,2 mm.

Accesorios

Ortopiroxeno (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,5 x 0,2 mm.

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, granulares, de 0,2 x 0,2 mm.



Código muestra: 7CN113,1 **Ubicación:** Piezómetro CN – 7, Senara Tempisque, profundidad: 113,1 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris café con cristaloclastos de piroxeno (5%), tabular, de hasta 1 mm. Líticos no reconocibles blancos (2%), subredondeados, de 5 x 3 mm. Lavas grises oscuro andesíticas (20%), angulares, de hasta 9 mm. Obsidiana (2%), angular, de 4 x 2 mm. *Fiammes* vítreos negros (15%), de 15 x 3 mm, con fenocristales de plagioclasa (8%), tabular, menor a 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura piroclástica, con matriz (56%) compuesta de vidrio café oscuro (Desvitrificado) y vesículas (20%), alargadas, de 2,1 x 0,6 mm. Otras texturas: Cribosa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (7%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,3 x 0,6 y 0,7 x 0,5 mm, maclas polisintéticas, de Karlsbad y zonación discontinua.

Clinopiroxeno (4%), xenomórfico, tabular, de 1,8 x 0,9 mm.

Ortopiroxeno (2%), hipidiomórfico, tabular, de 0,7 x 0,3 mm.

Fragmentos de roca

Líticos café oscuro (1%), angulares, de 2,4 x 1,7 mm.

Líticos recristalizados (4%), subredondeados, de 1,3 x 0,8 mm.

Lava café oscuro, (3%), subangular, de 1,1 x 1,1 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (3%).

Fragmentos piroclásticos

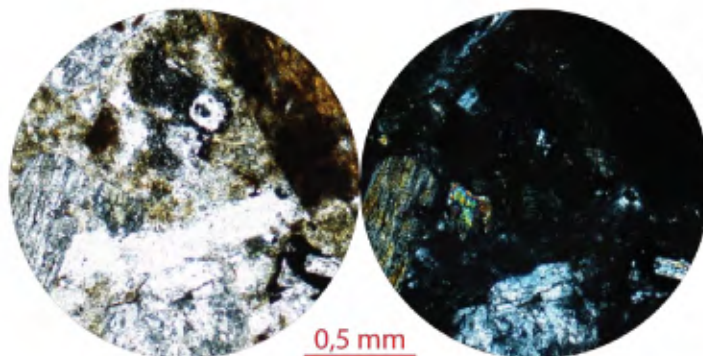
Escoria negra (<1%), angular, de 1,2 x 1,1 mm, con vesículas (35%), amorfas, de 0,1 x 0,1 mm.

Pumíticos café oscuro (18%), angulares, de 3,2 x 1,8 mm, con fenocristales de plagioclasa (10%), hipidiomórfica, tabular, de 0,8 x 0,1 mm, con maclas simples, de Karlsbad y zonación discontinua y clinopiroxeno (20%), xenomórfico, tabular, de 0,4 x 0,4 mm. Presenta glomeroporfiritos de plagioclasa y clinopiroxeno.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,3 x 0,2 mm.



Código muestra: 7CN115,8 **Ubicación:** Piezómetro CN – 7, Senara Tempisque, profundidad: 115,8 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris con cristaloclastos de piroxeno (5%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles gris claro (4%), angulares, de 7 mm; y rojos (2%), angulares, de 5 mm. Escoria negra (40%), con manchas celestes, redondeada, de hasta 36 x 21 mm. Pómez blanca (25%), subredondeada, de hasta 16 x 12 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (68%) compuesta de vidrio café oscuro (Taquilítico), trizas vítreas y vesículas (26%), amorfas, de 2,1 x 1,2 mm. Otras texturas: Cribosa y glomeroporfirítica con plagioclasa, clinopiroxeno y ortopiroxeno.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (7%), xenomórfica a hipidiomórfica, tabular, de 1,2 x 1 mm, con maclas polisintéticas, de Karlsbad y zonación discontinua.

Clinopiroxeno (3%), xenomórfico, tabular, de 0,8 x 0,4 mm.

Ortopiroxeno (2%), xenomórfico, tabular, de 0,4 x 0,3 mm.

Fragmentos de roca

Líticos recristalizados (6%), alargados a angulares, de 1,1 x 0,5 mm.

Lava café claro (<1%), subangular, de 0,9 x 0,8 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (15%).

Fragmentos piroclásticos

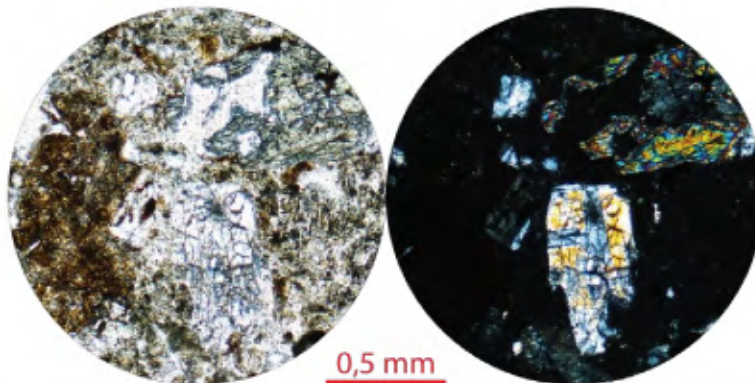
Escoria negra (2%), angular, de 1,8 x 1,2 mm, con vesículas (60%), amorfas, de 0,9 x 0,3 mm.

Pumíticos café oscuro (11%), subredondeados, de 1,7 x 1,6 mm, con fenocristales de plagioclasa (30%), hipidiomórfica, tabular, de 0,8 x 0,3 mm, con maclas polisintéticas, de Karlsbad y zonación discontinua, y clinopiroxeno (3%), hipidiomórfico, tabular, de 0,3 x 0,2 mm. La plagioclasa presenta textura cribosa.

Accesorios

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,2 x 0,2 mm.



Código muestra: 7CN119,96 **Ubicación:** Piezómetro CN – 7, Senara Tempisque, profundidad: 119,96 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris con cristaloclastos de piroxeno (<1%), granular y plagioclasa (<1%), tabular, menor a 1 mm. Lavas grises oscuro (20%), angulares, de hasta 3 mm. Pómez amarilla (70%), amorfa, de hasta 5 mm. Materia orgánica (5%), sin forma definida. Mala selección con contacto suturado entre clastos.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica y clástica, con matriz (76%) compuesta de vidrio café claro (Taquilítico) y vesículas (38%), amorfas, de 6 x 4 mm. Otras texturas: Cribosa y glomeroporfirítica con clinopiroxeno y ortopiroxeno.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (7%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,9 x 0,7 y 0,3 x 0,1 mm, maclas polisintéticas, de Karlsbad y zonación discontinua.

Clinopiroxeno (3%), xenomórfico, tabular, de 0,9 x 0,9 mm.

Ortopiroxeno (1%), hipidiomórfico, tabular, de 1,1 x 0,2 mm.

Fragmentos de roca

Líticos ignimbríticos café claro (4%), alargados, de 2,7 x 1,8 mm.

Lava negra (3%), angular, de 1,5 x 1,4 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, de 0,2 x 0,1 mm, con maclas de Karlsbad y zonación continua. Algunos presentan microlitos de plagioclasa orientados (2%).

Fragmentos piroclásticos

Escoria café (<1%), amorfa, de 0,8 x 0,6 mm.

Pumíticos negros (2%), alargados, de 4 x 1,5 mm, con bordes cafés y fenocristales de plagioclasa (3%), hipidiomórfica, tabular, de 0,2 x 0,1 mm, con maclas polisintéticas, de Karlsbad y zonación discontinua.

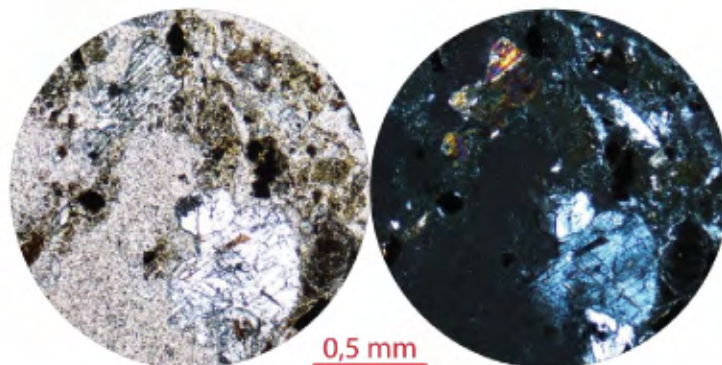
Pumíticos café claro (2%), amorfos, de 1,3 x 1 mm.

Fragmentos de vidrio café (<1%), alargados, de 0,8 x 0,4 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,3 x 0,2 mm.



Código muestra: 7CN121,78 **Ubicación:** Piezómetro CN – 7, Senara Tempisque, profundidad: 121,78 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris claro con líticos no reconocibles negros (3%), angulares, de 1 mm. Pómez blanca (15%), colapsada, de hasta 40 mm, con fenocristales de cuarzo (10%), irregular, de 2 mm y piroxeno (15%), granular, de 3 mm; y pómez gris oscuro (25%), redondeada, de hasta 50 mm, con fenocristales de piroxeno (5%), granular, de 2 mm. Mala selección con contacto flotante y puntual.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura piroclástica, con matriz (75%) compuesta de vidrio café claro a oscuro (Desvitricado) y trizas vítreas. Otras texturas: Cribosa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (7%), xenomórfica a hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 2,2 x 0,9 y 0,5 x 0,2 mm, maclas de Karlsbad y zonación discontinua.

Clinopiroxeno (2%), hipidiomórfico, tabular, de 0,7 x 0,3 mm.

Fragmentos de roca

Líticos anaranjados (4%), angulares, de 2 x 1,6 mm.

Líticos recristalizados (2%), angulares, de 2,5 x 1,6 mm.

Fragmentos piroclásticos

Pumíticos café oscuro a rojizos (6%), amorfos, de 3,3 x 3,1 mm.

Pumíticos café oscuro a rojizos (4%), alargados, de 1,9 x 0,9 mm.

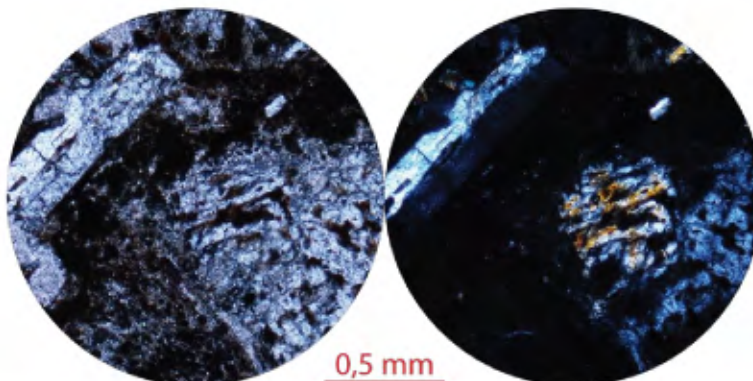
Pumíticos gris claro (<1%) con clinoanfíbol (10%), hipidiomórfico, tabular, de hasta 1,3 x 0,3 mm, en glomeroporfiritos con opacos.

Accesorios

Ortopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,3 x 0,2 mm.

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,2 x 0,1 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,4 x 0,3 mm.



Toba Limbo II

Código muestra: 1CN123 *Ubicación:* Piezómetro CN – 1, Senara Tempisque, profundidad: 123 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris claro azulado con cristaloclastos de plagioclasa (15%), tabular, menor a 1 mm; y piroxeno (5%), granular, menores a 1 mm, pocos óxidos y arcillas (<3%). Líticos no reconocibles grises, blancos, amarillos y rojos (8%), subangulares a subredondeados, de hasta 10 mm. Obsidiana (2%), angular, de hasta 5 mm. *Fiammes* rosado claro y gris (15 – 20%), fibrosos, de hasta 30 mm, no porosos, brillo poco perlado, con fenocristales de plagioclasa (1 – 2%), tabular menor a 1 mm; y piroxeno (1 – 2%), granular, menor a 1 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura piroclástica, con matriz (73%) compuesta de vidrio café claro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (8%), amorfas, de 4,5 x 2 mm. Otras texturas: Cribosa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (8%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,9 x 0,4 y 0,3 x 0,1 mm, con maclas de Karlsbad y polisintéticas y zonación continua y discontinua.

Clinopiroxeno (1%), hipidiomórfico a xenomórfico, tabular, de 0,6 x 0,4 mm.

Opacos (1%), xenomórficos, tabulares, de 0,3 x 0,2 mm.

Minerales secundarios

Zeolitas (<1%), en agregados radiales con extinción ondulante, de 0,3 x 0,2 mm.

Calcedonia (<1%), relleno de vesículas subredondeadas, de 0,5 x 0,4 mm.

Fragmentos de roca

Clastos ignimbríticos (4%), redondeados, de 0,7 x 0,6 mm, con borde anaranjado.

Líticos gris claro (1%), angulares, de 1,8 x 1,6 mm, con borde anaranjado y vesículas (5%), angulares, de 0,4 x 0,2 mm.

Líticos anaranjado claro (1%), angulares, de 0,5 x 0,5 mm.

Fragmentos piroclásticos

Escoria negra (5%), alargada, de 0,8 x 0,5 mm, con borde anaranjado y vesículas (70%), subredondeadas, de 0,5 x 0,3 mm.

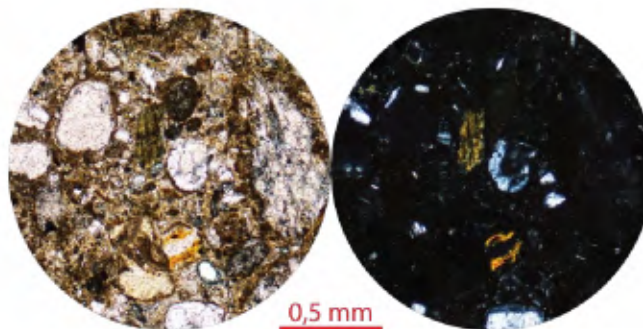
Pumíticos negros (2%), alargados, de 0,7 x 0,4 mm, con bordes café oscuro.

Pumíticos gris claro (3%), alargados, de 0,8 x 0,6 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.

Clinoanfíbol (<1%), hipidiomórfica, tabular, de hasta 0,3 x 0,1 mm.



Código muestra: 4ME67,15 **Ubicación:** Piezómetro ME – 4, Senara Tempisque, profundidad: 67,15 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris claro ligeramente morada con cristaloclastos de plagioclasa (6 – 8%), tabular, menor a 1 mm, algunos con alteración verdosa (<1%) y piroxeno (1%), granular, menores a 1 mm. Líticos no reconocibles morados, grises, cafés y rojos (3 – 5%), subredondeados a subangulares, de hasta 10 mm, algunos presentan aureola de oxidación; anaranjados y blancos (1 – 2%), angulares, de hasta 3 mm, muy meteorizados y oxidados, algunos fibrosos y porosos. Obsidiana (1 – 2%), amorfas a subredondeadas, de hasta 6 mm. *Fiammes* de un tono ligeramente más oscuro que la matriz (5%), de hasta 45 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura piroclástica, con matriz (62%) compuesta de vidrio gris café (Desvitrificado), trizas vítreas arcillitizados y vesículas (10%), amorfas, de 1,1 x 1,1 mm.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (3%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,1 x 0,5 y 0,2 x 0,1 mm, maclas simples, zonación continua y bordes desgastados.

Clinopiroxeno (1%), xenomórfico, tabular, de 1,5 x 0,4 mm, ubicados en los bordes de las vesículas.

Minerales secundarios

Zeolitas (<1%), agregados radiales con extinción ondulante, rellenando vesículas subangulares, de 0,7 x 0,4 mm.

Fragmentos de roca

Líticos gris claro (6%), angulares, de 2,4 x 1,6 mm.

Líticos anaranjado claro (1%), angulares, de 0,9 x 0,6 mm.

Fragmentos piroclásticos

Escoria anaranjada (3%), angular, de 2 x 1,1 mm, con vesículas (10%), redondeadas, de 0,1 x 0,1 mm.

Pumíticos café claro (6%), angulares, de 2,9 x 1,9 mm, con bordes café oscuro.

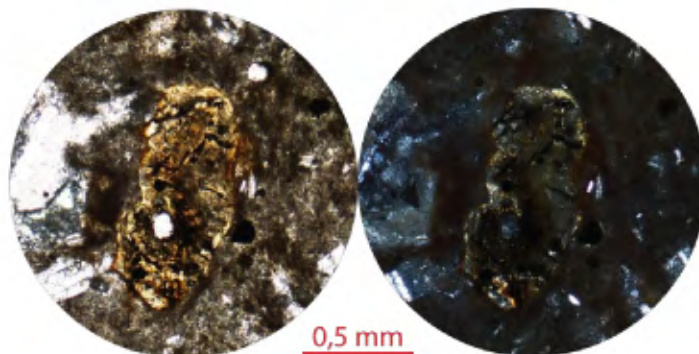
Pumíticos gris claro (8%), alargados, de 10 x 4 mm, con vesículas (15%), amorfas, de 1,5 x 0,6 mm y fenocristales de plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, de 0,7 x 0,1 mm, con maclas polisintéticas.

Fragmentos de vidrio negro (8%), amorfos, de 0,7 x 0,5 mm, con bordes café.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, tabulares, de 0,4 x 0,2 mm.



Toba Mata de Caña

Código muestra: 1CN109,3 *Ubicación:* Piezómetro CN – 1, Senara Tempisque, profundidad: 109,3 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris oscuro a violáceo con cristaloclastos de plagioclasa (5 – 10%), tabular, menor a 1 mm y alteración verdosa (<1%). Líticos no reconocibles blancos (5%), subredondeados, de hasta 15 mm, con inclusiones de piroxeno, granular, menor a 1 mm. Lavas gris, rojo, anaranjado y verde (15%), subredondeados a subangulares, de hasta 20 mm, algunas con plagioclasa hidratada (3 – 5%), tabular, menor a 2 mm. Pómez amarillo claro (4%), amorfa, de hasta 11 mm, ligeramente fibrosa. *Fiammes* negros (10 – 15%), de hasta el diámetro del núcleo (NQ), con plagioclasa (5%), tabular, de 3 mm; y *fiammes* café, de hasta 15 mm, con fenocristales de plagioclasa, tabular, menor a 1 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura piroclástica, con matriz (75%) compuesta de vidrio gris claro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (8%), alargadas, de 1 x 0,6 mm. Otras texturas: Cribosa y glomeroporfirítica en plagioclasa y opacos.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (8%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,6 x 1 y 0,3 x 0,1 mm, zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad, arcillitización y fragmentación en los bordes.

Fragmentos de roca

Lítico gris claro (3%), subredondeados, de 11 x 4 mm, con borde café.

Lava gris claro (7%), angular, de 2 x 2 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (40%) y fenocristales de plagioclasa (10%), hipidiomórfica, tabular, de 0,9 x 0,3 mm, con zonación continua, discontinua y maclas polisintéticas.

Fragmentos piroclásticos

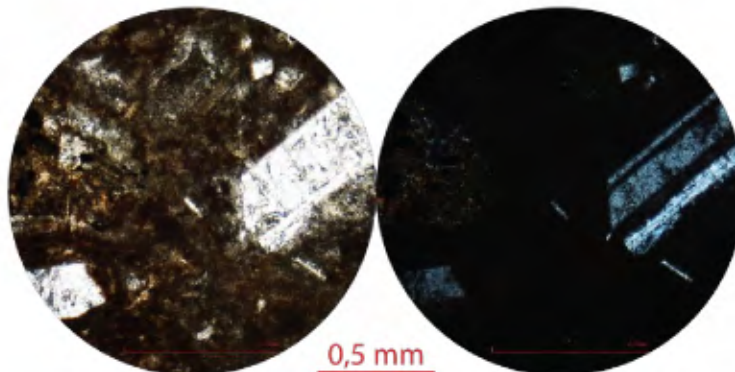
Pumíticos café oscuro (6%), alargados, de 6,7 x 5,1 mm, con fenocristales de plagioclasa (10%), hipidiomórfica, tabular, de 1,2 x 0,3 mm, con zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad.

Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,4 x 0,2 mm.

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,2 x 0,1 mm.



Código muestra: 1CN116,5 **Ubicación:** Piezómetro CN – 1, Senara Tempisque, profundidad: 116,5 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris oscuro con tono celeste con cristaloclastos de plagioclasa hidratada (10 – 15%), tabular, de 2 mm, cristales con alteración verdosa (5%), con óxidos y arcillas. Líticos no reconocibles azulados, amarillentos y blanquecinos (5 – 10%), subredondeados a angulares, de hasta 10 mm. *Fiammes* gris (10 – 15%), de hasta 40 mm, porosos por la alteración, meteorizados, con mineralización secundaria no identificada que forma cristales muy finos grises, también con óxidos y arcillas. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura piroclástica, con matriz (51%) compuesta de vidrio gris claro (Desvitrificado) y vesículas (6%), alargadas, de 1,2 x 0,3 mm. Otras texturas: Cribosa, eutaxítica y glomeroporfirítica con plagioclasa y opacos.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (9%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 2,4 x 1,4 y 0,3 x 0,1 mm, zonación discontinua, maclas polisintéticas y bordes fracturados.

Fragmentos de roca

Líticos recristalizados (2%), subredondeados, de 1 x 0,9 mm.

Lava gris claro (9%), angulares, de 3,4 x 1,3 mm, con borde anaranjado, microlitos de feldespatos orientados (60%) y fenocristales de plagioclasa (4%), hipidiomórfica, tabular, de 0,4 x 0,1 mm, con maclas de Karlsbad.

Fragmentos piroclásticos

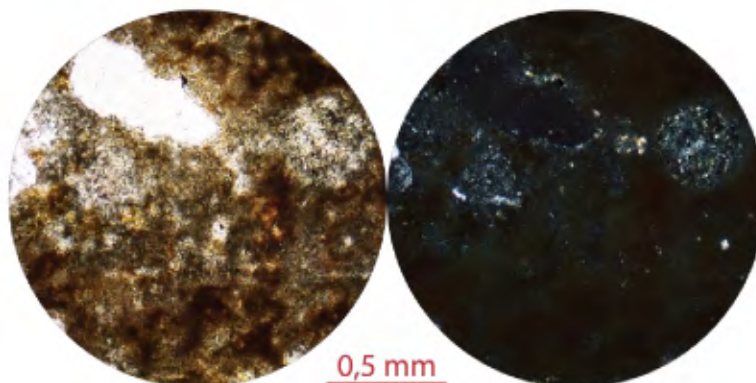
Pumíticos café oscuro (27%), alargados, de 6 x 3 mm, con fenocristales de plagioclasa (20%), xenomórfica, tabular, de 0,9 x 0,6 mm, con zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad.

Fragmentos de vidrio (<1%), angulares, bandeados, de 2,2 x 1,4 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,3 x 0,1 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,2 x 0,2 mm.



Código muestra: 4ME64,4 **Ubicación:** Piezómetro ME – 4, Senara Tempisque, profundidad: 64,4 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris violácea con cristaloclastos de plagioclasa (6%), tabular, de 2 mm; y vesículas (3%), redondeadas, de 1 mm. Lava negra andesítica (4%), subredondeada, de hasta 14 mm, con fenocristales de plagioclasa (20%), tabular, de 2 mm y vesículas (25%), alargadas, de hasta 2 x 1 mm. *Fiammes* gris violáceos (20%), de hasta 40 x 11 mm; y *fiammes* negros (7%), de hasta 12 x 3 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura piroclástica, con matriz (77%) compuesta de vidrio café grisáceo (Taquilítico), trizas vítreas y vesículas (4%), subredondeadas, de 0,7 x 0,6 mm. Otras texturas: Hialopilitica con microlitos de plagioclasa no orientados y glomeroporfirítica con plagioclasa y opacos.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,9 x 0,6 y 0,1 x 0,02 mm, zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad.

Fragmentos de roca

Lava gris claro (<1%), angular, de 0,9 x 0,7 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (20%).

Fragmentos piroclásticos

Escoria negra (10%), angular, de 2,7 x 2 mm, con borde café, vesículas (10%), redondeadas, de 0,6 x 0,5 mm y fenocristales de plagioclasa (3%), hipidiomórfica, tabular, de 0,4 x 0,1 mm, con zonación continua.

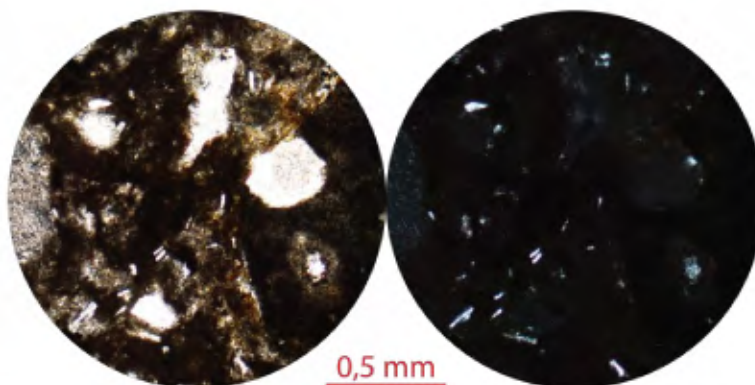
Pumíticos gris oscuro (9%), angulares, de 3 x 2,1 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, de 0,3 x 0,3 mm, con zonación continua.

Fragmentos de vidrio (<1%), angular, de 3,2 x 2,1 mm, con fenocristales de plagioclasa (4%), hipidiomórfica, tabular, de 0,4 x 0,3 mm, con maclas polisintéticas.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,2 x 0,2 mm.



Código muestra: 4ME66,5 **Ubicación:** Piezómetro ME – 4, Senara Tempisque, profundidad: 66,5 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris violácea con cristaloclastos de plagioclasa (4%), tabular, de 2 mm; y vesículas (9%), redondeadas, menores a 1 mm. Líticos grises (3%), angulares, de hasta 10 mm. Escoria anaranjada (<1%), alargada, de hasta 3 x 1 mm. *Fiammes* negros (1%), de 15 x 5 mm. Buena selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura piroclástica, con matriz (79%) compuesta de vidrio gris claro a café (Desvitrificado) y vesículas (5%), amorfas, de 0,1 mm de diámetro. Otras texturas: Hialopilitica con microlitos de plagioclasa no orientados y glomeroporfírica con plagioclasa y opacos.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (4%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,5 x 0,8 y 0,1 x 0,1 mm, zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad.

Fragmentos de roca

Lava gris claro (1%), angular, de 3,6 x 2,8 mm, con microlitos de plagioclasa no orientados (30%) y fenocristales de plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, de 0,5 x 0,1 mm, con textura cribosa y clinopiroxeno (8%), xenomórfico, granulares, de 0,3 x 0,3 mm.

Lava gris claro (6%), angular, de 6 x 2 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (60%).

Fragmentos piroclásticos

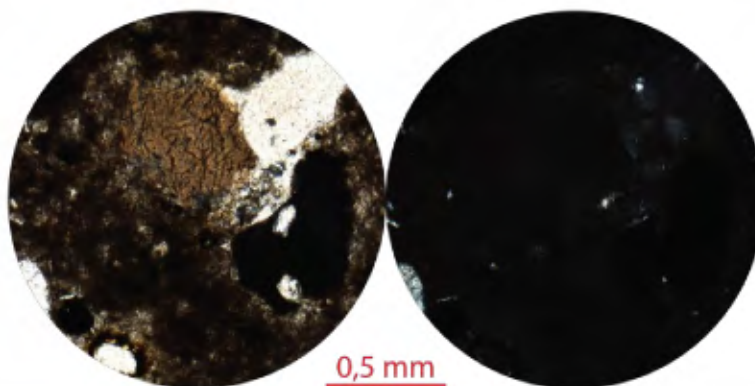
Escoria negra (5%), alargada, de 5 x 5 mm, con borde café y vesículas (30%), subredondeadas, de 0,2 x 0,1 mm.

Pumíticos negros (6%), amorfos, de 2,7 x 2 mm, con borde café, con microlitos de plagioclasa no orientados.

Fragmentos de vidrio rojo claro (<1%), amorfo, de 0,6 x 0,5 mm.

Accesorios

Opacos (<1%), hipidiomórficos, granulares, de 0,3 x 0,2 mm.



Código muestra: 16CU65,94 **Ubicación:** Piezómetro CU – 16, Senara Tempisque, profundidad: 65,94 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris claro con líticos no reconocibles gris claro (15%), angulares, de hasta 5 mm; blancos (6%), angulares, de hasta 7 mm; y gris rosado (3%), alargados, de hasta 7 x 3 mm. Lava negra andesítica (40%), alargada, de hasta 50 x 25 mm, con fenocristales de plagioclasa (40%), tabular, de 2 mm. Obsidiana (2%), redondeada, de hasta 5 x 3 mm. Mala selección con contacto lineal a puntual.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura piroclástica, con matriz (62%) compuesta de vidrio café claro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (13%), alargadas, de 3,4 x 1,1 mm, algunas con bordes anaranjados. Otras texturas: Cribosa y glomeroporfirítica con plagioclasa, opacos y clinopiroxeno.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (6%), xenomórfica, tabular, de 3,5 x 1,7 mm, con zonación discontinua y maclas polisintéticas. Clinopiroxeno (3%), xenomórfico, tabular, de 1,1 x 0,9 mm. Opacos (1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,5 x 0,4 mm.

Fragmentos de roca

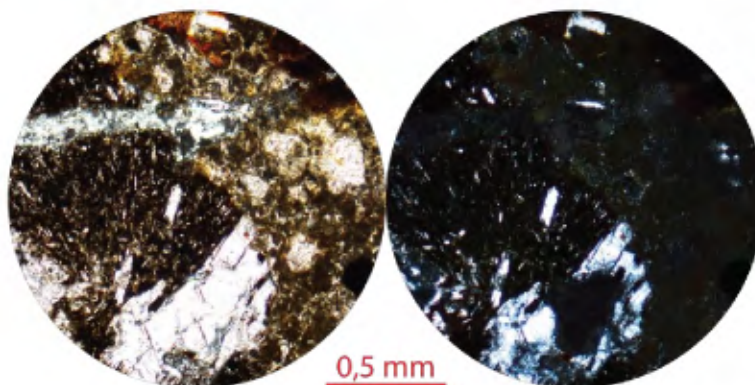
Líticos recristalizados (3%), angulares, de 4,2 x 3,1 mm. Lava negra (11%), angular, de 6 x 3 mm, con microlitos de feldespatos orientados (60%) y fenocristales de plagioclasa (5%), xenomórfica, tabular, de 0,9 x 0,3 mm, con zonación discontinua y maclas de Karlsbad.

Fragmentos piroclásticos

Escoria anaranjada clara (<1%), angular, de 1,8 x 0,8 mm, con vesículas (70%), redondeadas, de 0,3 x 0,2 mm. Pumíticos gris claro (12%), alargados, de 3,5 x 2,6 mm. Fragmentos de vidrio (1%), amorfos, de 2 x 1,2 mm.

Accesorios

Ortopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 1,2 x 0,3 mm. Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.



Código muestra: 16CU66,98 **Ubicación:** Piezómetro CU – 16, Senara Tempisque, profundidad: 66,98 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz rosado claro con lavas negras andesíticas (9%), angulares, de hasta 13 x 7 mm. Obsidiana (5%), alargada, de hasta 14 x 6 mm. Escoria anaranjada (<1%), subredondeada, de hasta 2 x 1 mm. Pómez blanca (30%), amorfa, de hasta 25 x 17 mm. Mala selección con contacto puntual a lineal.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura piroclástica, con matriz (70%) compuesta de vidrio gris claro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (6%), amorfas, de 3,4 x 2,4 mm. Otras texturas: Cribosa y glomeroporfirítica en plagioclasa y clinopiroxeno.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (13%), hipidiomórfica, tabular, de 1,3 x 1,1 mm, con zonación discontinua y maclas de Karlsbad. Opacos (1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,5 x 0,3 mm.

Minerales secundarios

Calcita (<1%), relleno de vesículas amorfas, de 3,4 x 2,1 mm.

Calcedonia (<1%), agregados granulares de formas amorfas, de 1 x 1 mm.

Fragmentos de roca

Líticos anaranjados (1%), angulares, de 0,2 x 0,1 mm.

Fragmentos piroclásticos

Escoria anaranjada (3%), alargada, de 1,3 x 0,7 mm, con vesículas (15%), alargadas, de 0,4 x 0,1 mm.

Pumíticos gris (7%), alargados, de 2,5 x 1,4 mm, con borde café y vesículas (10%), subredondeadas, de 0,5 x 0,3 mm.

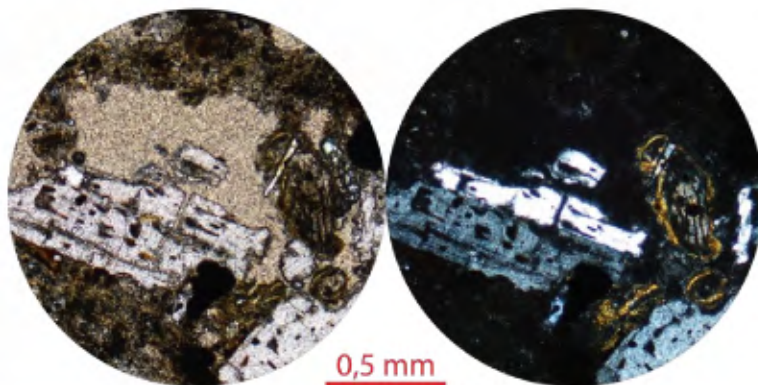
Pumíticos anaranjados (4%), alargados, de 0,9 x 0,7 mm.

Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,9 x 0,4 mm.

Ortopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,5 x 0,3 mm.

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.



Código muestra: 16CU79,69 **Ubicación:** Piezómetro CU – 16, Senara Tempisque, profundidad: 79,69 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles negros (2%), alargados, de hasta 4 x 1 mm; grises (1%), angulares, de hasta 20 mm; y rojos (3%), angulares, de hasta 10 mm. Escoria anaranjada (4%), amorfa, de hasta 3 x 2 mm. Pómez amarillenta (<1%), alargada, de hasta 3 x 1 mm. *Fiammes* gris claro de escoria (25%), alargados, varían a negro, de hasta 15 x 8 mm. Mala selección con contacto lineal a puntual.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura piroclástica, con matriz (41%) compuesta de vidrio gris claro (Desvitrificado) y vesículas (6%), alargadas, de 2,9 x 1,1 mm. Otras texturas: Glomeroporfírica con plagioclasa y clinopiroxeno y cribosa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (3%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,3 x 0,4 y 0,5 x 0,2 mm, zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad.

Minerales secundarios

Calcedonia (<1%), agregados granulares angulares, de 0,9 x 0,4 mm.

Fragmentos piroclásticos

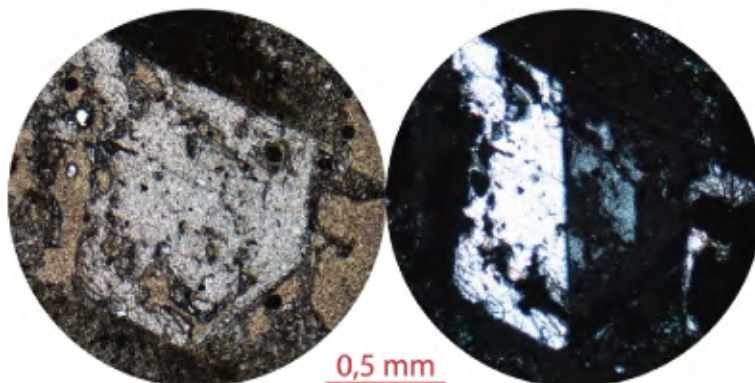
Pumíticos café muy oscuro (3%), amorfo, de 1,2 x 0,6 mm.

Pumíticos gris claro (53%), alargados, de 30 x 9 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), xenomórfica, tabular, de 1,8 x 0,4 mm, con zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad; y opacos (<1%), xenomórficos, tabulares, menores a 0,1 mm.

Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,3 x 0,2 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,3 x 0,2 mm.



Código muestra: 16CU107,37 **Ubicación:** Piezómetro CU – 16, Senara Tempisque, profundidad: 107,37 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz morada grisácea, meteorizada, con cristaloclastos de plagioclasa orientada (3%), tabular, de 2 mm. Fantasmas de *fiammes* negros (3%), alargados, de hasta 10 x 2 mm. Agregados cristalinos (9%), angulares, de hasta 5 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante. Además, presenta manchas anaranjadas alargadas y pátinas negras.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura piroclástica, con matriz (45%) compuesta de vidrio gris claro (Desvitrificado) y vesículas (7%), alargadas, de 2,5 x 1 mm. Otras texturas: Eutaxítica y glomeroporfírica con clinopiroxeno y opacos.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (6%), hipidiomórfica, tabular, de 1 x 0,7 mm, con zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad.

Clinopiroxeno (1%), xenomórfico, tabular, de 1,2 x 0,3 mm.

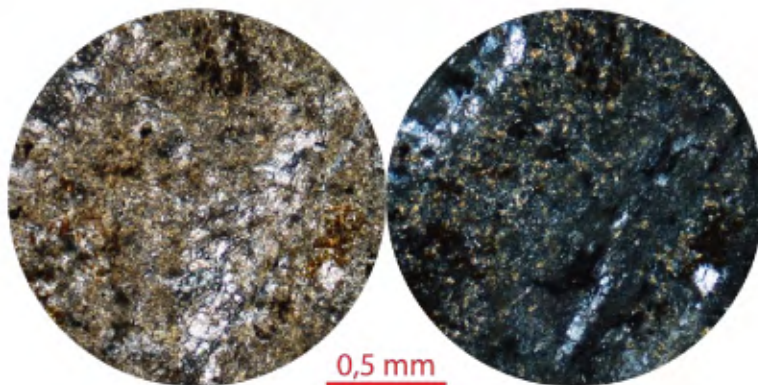
Fragmentos piroclásticos

Pumíticos anaranjado fuerte (33%), alargados, de 1,7 x 0,2 mm.

Pumíticos gris oscuro (14%), alargados, de 3,3 x 1,3 mm.

Accesorios

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,3 x 0,2 mm.



Código muestra: 18CU82,3 **Ubicación:** Piezómetro CU – 18, Senara Tempisque, profundidad: 82,3 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris celeste con cristaloclastos de plagioclasa (5 – 7%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros, redondeados, menores a 1 mm, con brillo vítreo; y grises (5%), subredondeados, de hasta 10 mm. *Fiammes* de obsidiana (15 – 20%), de hasta 50 mm, con plagioclasa (15%), tabular, de 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura piroclástica, con matriz (70%) compuesta de vidrio gris claro (Desvitrificado) y vesículas (3%), alargadas, de 1 x 0,6 mm. Otras texturas: Glomeroporfirítica con plagioclasa, clinopiroxeno y opacos e hialopílica con microlitos no orientados.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (4%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,1 x 0,2 y 0,2 x 0,02 mm, zonación continua y discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad.

Fragmentos de roca

Líticos recristalizados (2%), alargados, de 1,8 x 0,9 mm.

Lava gris claro (2%), angular, de 1,6 x 1,4 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (60%).

Fragmentos piroclásticos

Escoria negra (17%), amorfa, de 2,1 x 1,6 mm, con borde café, vesículas (40%), alargadas, de 1,3 x 0,7 mm y fenocristales de plagioclasa (2%), hipidiomórfica, tabular, de 0,3 x 0,2 mm, con zonación continua y maclas de Karlsbad y clinopiroxeno (1%), xenomórfico, tabular, de 0,2 x 0,2 mm.

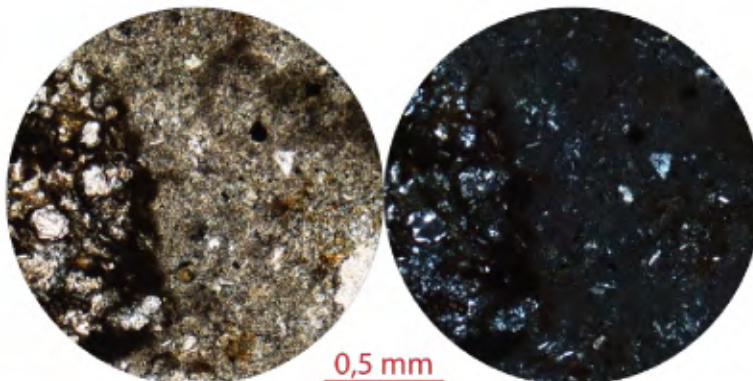
Pumíticos café oscuro (6%), alargados, de 2,8 x 1,6 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (3%).

Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,2 x 0,2 mm.

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,2 x 0,1 mm.



Código muestra: 18CU84,97 **Ubicación:** Piezómetro 18 CU, Senara Tempisque, profundidad: 84,97 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz violácea, con alteración a óxidos, con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, menor a 1 mm, zona con vesículas (30%), subredondeadas, de 6 mm. Líticos no reconocibles negros, redondeados, menores a 1 mm, con brillo vítreo; y grises (5%), subredondeados, de hasta 10 mm. Lava meteorizada roja, con mineralización secundaria. *Fiammes* de obsidiana (20 – 15%), de hasta 50 mm, con plagioclasa, tabular. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura piroclástica, con matriz (83%) compuesta de vidrio gris claro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (3%), alargadas, de 1,1 x 0,6 mm. Otras texturas: Axiolítica con trizas vítreas recristalizadas e hialopílica con microlitos de plagioclasa no orientados.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (3%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,9 x 0,3 y 0,2 x 0,1 mm, zonación discontinua y maclas de Karlsbad.

Fragmentos de roca

Lava gris claro (2%), angulares, de 1,1 x 1 mm, con bordes arcillitizados, con microlitos de plagioclasa orientados (20%).

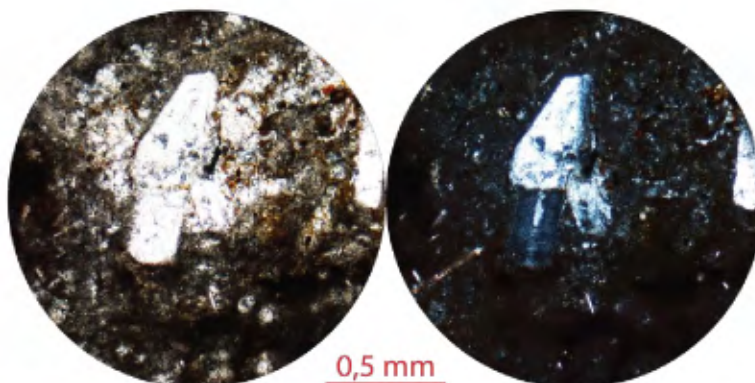
Fragmentos piroclásticos

Escoria anaranjada (12%), alargada, de 1,5 x 1,1 mm, con vesículas (25%), redondeadas, de 0,3 x 0,1 mm. Pumíticos (15%), gris oscuro, subredondeados, de 17 x 14 mm, con plagioclasa (13%), hipidiomórfica, tabular, de 2,6 x 0,4 mm, con zonación continua, discontinua y maclas de Karlsbad. Además, de cumulitos de plagioclasa y microlitos de plagioclasa orientados (3%).

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,4 x 0,3 mm.



Código muestra: 18CU92,4 **Ubicación:** Piezómetro CU – 18, Senara Tempisque, profundidad: 92,4 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (4%), tabular, de 1 mm y vesículas (7%), redondeadas, de hasta 1 mm. Líticos no reconocibles blancos (<1%), redondeados, de hasta 6 mm. Lavas grises andesíticas (5%), angulares, de hasta 7 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, menor a 1 mm. *Fiammes* negros (<1%), de hasta 5 x 1 mm y de escoria (20%), gris claro, de hasta 19 x 7 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura piroclástica, con matriz (83%) compuesta de vidrio gris claro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (3%), redondeadas, de 1,1 x 0,6 mm. Otras texturas: Glomeroporfiritos de plagioclasa y opacos e hialopíltica con microlitos de plagioclasa sin orientación.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (4%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 2,4 x 0,5 y 0,3 x 0,1 mm, zonación discontinua y maclas de Karlsbad.

Fragmentos piroclásticos

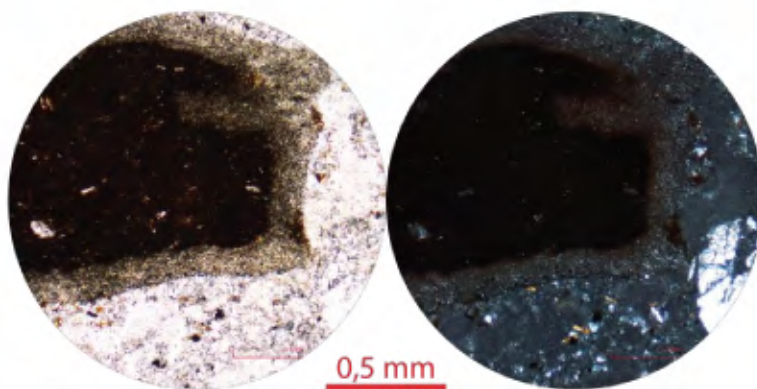
Escoria anaranjada (10%), amorfa, de 3,2 x 1,2 mm, con bordes anaranjados y vesículas (60%), alargadas, de 0,1 x 0,1 mm.

Pumíticos café muy oscuro (4%), alargados, de 2,7 x 1,3 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (4%).

Accesorios

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,2 x 0,1 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,2 x 0,2 mm.



Toba Sandillal

Código muestra: M51 Ubicación: 418497/273116.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris claro a oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (35%), tabular, de 3 mm; y piroxeno (1%), granular, de 2 mm. Líticos no reconocibles negros (3%), angulares, de hasta 4 mm; y anaranjados (1%), angulares, de hasta 2 mm. Pómez amarillo verdoso (2%), amorfa, de hasta 6 mm; y gris oscuro (3%), angulares, de hasta 13 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura piroclástica, con matriz (75%) compuesta de vidrio café claro (Desvitrificado) y vesículas (57%), alargadas, de 3,5 x 1,6 mm. Otras texturas: Glomeroporfirítica con plagioclasa y opacos.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (1%), hipidiomórfica, tabular, de 0,5 x 0,1 mm, con maclas de Karlsbad.

Fragmentos de roca

Lava gris claro (14%), angular, de 9 x 6 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (20%) y fenocristales de plagioclasa (3%), hipidiomórfica, tabular, de 0,6 x 0,2 mm, con maclas de Karlsbad; y opacos (2%), xenomórficos, sin hábito reconocible de 0,5 x 0,4 mm.

Fragmentos piroclásticos

Fragmentos de vidrio café (1%), amorfos, de 0,6 x 0,5 mm, con textura perlítica.

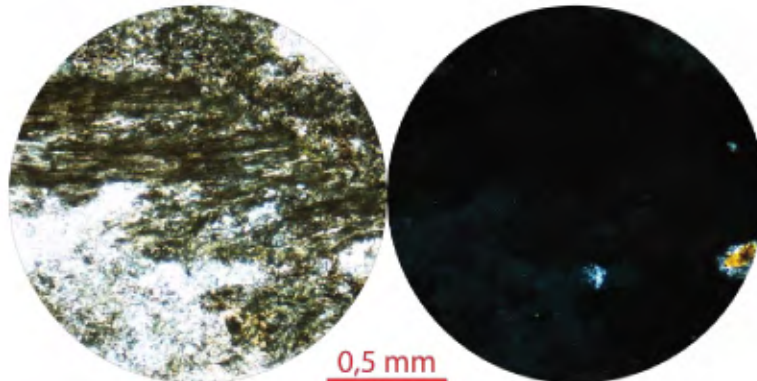
Pumíticos gris claro (1%), alargados, de 9 x 7 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (13%) y fenocristales de plagioclasa (10%), hipidiomórfica, tabular, de 0,7 x 0,2 mm, con zonación discontinua, maclas de Karlsbad, textura cribosa y opacos (3%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,5 x 0,4 mm.

Pumíticos café (6%), alargados, de 2 x 1,3 mm, algunos con microlitos de plagioclasa orientados (1%).

Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,8 x 0,5 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,2 x 0,2 mm.



Código muestra: M53 **Ubicación:** 418497/273116.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz negro - café, con brillo vítreo y cristaloclastos de plagioclasa (25%), tabular, de 3 mm. Escoria (1%), amorfa, de hasta 7 mm. Buena selección con contacto flotante. Frente de meteorización anaranjado de 6 mm.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (85%) compuesta de vidrio gris claro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (5%), alargadas, de 2 x 0,8 mm. Otras texturas: Eutaxítica, cribosa y glomeroporfirítica con plagioclasa, clinopiroxeno y opacos.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (6%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 2,3 x 0,6 y 0,4 x 0,2 mm, zonación discontinua y maclas de Karlsbad.

Fragmentos de roca

Líticos amarillos recristalizados (<1%), redondeados, de 0,4 x 0,3 mm.

Fragmentos piroclásticos

Escoria negra (1%), subredondeada, de 1 x 1 mm, con borde café y vesículas (40%), alargadas, de 0,2 x 0,1 mm.

Pumíticos gris claro (1%), alargados, de 9 x 7 mm.

Pumíticos café claro (3%), alargados, de 1,1 x 0,6 mm.

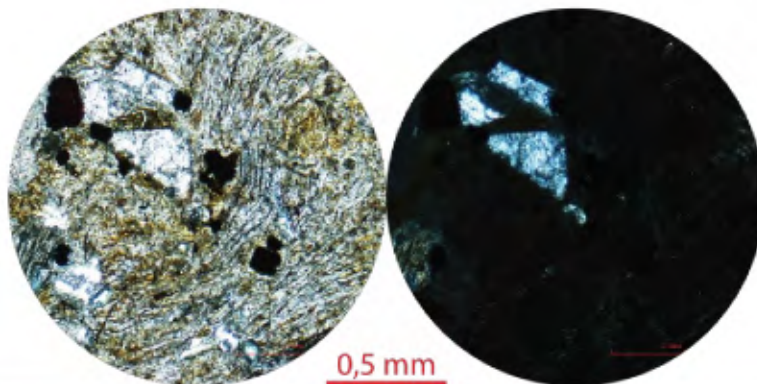
Fragmentos de vidrio cafés (2%), alargados, de 4,8 x 2,2 mm.

Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,4 x 0,2 mm.

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, tabulares, de 0,3 x 0,1 mm.



Toba Rama de Nance

Código muestra: M63 Ubicación: 395105/277511.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles grises (5%), subangulares, de hasta 5 mm; negros (7%), angulares, de hasta 7 mm; y rojos, angulares, de hasta 200 mm. Pómez blanca (3%), redondeada, de hasta 6 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (81%), compuesta de vidrio gris claro (Desvitrificada) y vesículas (3%), alargadas, de hasta 3,8 x 0,9 mm. Otras texturas: Poiquilítica con opacos y plagioclasa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (9%), xenomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,3 x 1 y 0,3 x 0,1 mm, maclas polisintéticas, y zonación discontinua y continua.

Opacos, xenomórficos (2%), sin hábito reconocible, de hasta 0,8 x 0,6 mm.

Fragmentos de roca

Lítico recristalizado (1%), subredondeado, de hasta 1,5 x 1,2 mm.

Fragmentos piroclásticos

Escoria hialina (<1%), angular, de hasta 0,9 x 0,5 mm, con vesículas (60%), amorfas, de hasta 0,4 x 0,3 mm.

Pumíticos hialinos (2%), alargados, de hasta 0,4 x 0,3 mm.

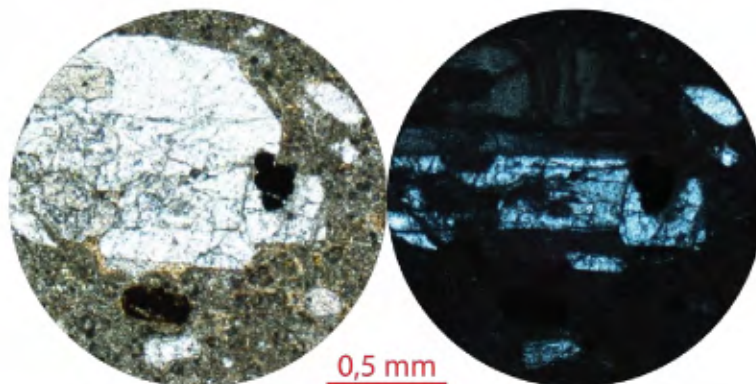
Fiammes recristalizados (4%), alargados, de hasta 5,5 x 2,4 mm.

Fragmentos de vidrio hialinos (<1%), amorfos, de hasta 0,7 x 0,3 mm.

Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, granular, de hasta 0,5 x 0,4 mm.

Ortopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de hasta 1,1 x 0,4 mm.



Código muestra: M12-10517 **Ubicación:** 396065/272973.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz rosado claro con cristaloclastos de plagioclasa (2%), tabular de 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (1%), angulares, de hasta 3 mm, y negros (3%), angulares, de hasta 4 mm. Pómez rosada (25%), amorfa, de hasta 17 x 11 mm, gris claro (5%), angular, de hasta 18 x 12 mm, y blanca (10%), subredondeada, de hasta 11 x 10 mm. Mala selección con contacto flotante. Frente de meteorización negro de 1 mm.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (69%) compuesta de vidrio café (Desvitrificada) y vesículas (<1%), amorfas, de hasta 6,9 x 5,7 mm.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,7 x 0,4 y 0,2 x 0,1 mm, maclas polisintéticas, de Karlsbad, zonación continua y discontinua.

Fragmentos de roca

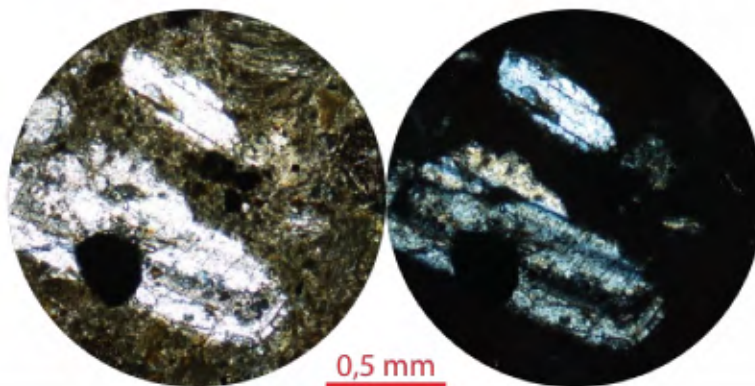
Líticos recristalizados (1%), angulares, de hasta 2,2 x 1,1 mm.
Lavas con microlitos (<1%), angulares, de hasta 1,5 x 1 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (8%).

Fragmentos piroclásticos

Escoria hialina (1%), alargada, de hasta 2,3 x 1,3 mm, con vesículas (80%), redondeadas, menores a 0,03 mm.
Pumíticos hialinos (20%), alargados, de hasta 7 x 3 mm.
Fragmentos de vidrio hialinos (1%), amorfos, de hasta 0,7 x 0,4 mm.
Fragmentos de vidrio cristalinos (2%), amorfos, de hasta 1,8 x 1,4 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, de 0,2 x 0,1 mm, con maclas de Karlsbad y zonación continua.

Accesorios

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,4 x 0,2 mm.



Código muestra: M09-9517 **Ubicación:** 398614/268959.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz rosado claro con cristaloclastos de plagioclasa (2%), tabular de 2 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (3%), angulares, de hasta 5 mm, y negros (5%), angulares, de hasta 1 mm. Pómez rosada (30%), amorfa, de hasta 20 x 11 mm, y blanca (15%), subredondeada, de hasta 16 x 18 mm. Mala selección con contacto flotante. Frente de meteorización negro de 1 mm.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (60%) compuesta de vidrio café claro (Desvitrificada), shards y vesículas (11%), amorfas, de hasta 3,7 x 2,3 mm.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (2%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 2,3 x 0,4 y 0,3 x 0,1 mm, maclas polisintéticas, de Karlsbad y zonación continua.

Fragmentos de roca

Lavas con microlitos (3%), angulares, de hasta 5 x 1,9 mm con microlitos de plagioclasa sin orientación específica (60%).

Fragmentos piroclásticos

Escoria hialina (3%), amorfa, de hasta 1,5 x 1,3 mm, negra con bordes café, con vesículas (35%), alargadas, de hasta 0,1 mm de diámetro.

Pumíticos hialinos (19%), amorfos a alargados, de hasta 6,4 x 3,8 mm.

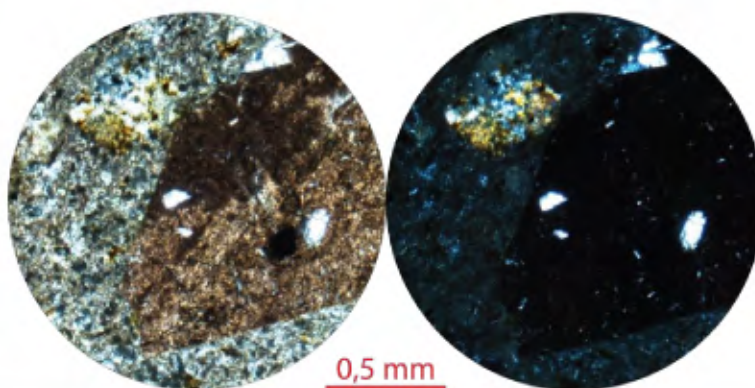
Fragmentos de vidrio hialinos (2%), alargados a amorfos, de hasta 2,5 x 1,6 mm.

Fragmentos de vidrio cristalinos (6%), alargados, de hasta 4,2 x 1,1 mm, con fenocristales de plagioclasa (4%), hipidiomórfica, tabular, de hasta 0,1 x 0,1 mm con zonación continua.

Accesorios

Opacos (<1%), xenomórficos, cuadrados, de hasta 0,5 x 0,5 mm.

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de hasta 0,3 x 0,1 mm.



Código muestra: M06-9517 Ubicación: 396146/271115.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris claro con líticos no reconocibles negros (3%), angulares, de hasta 6 mm. Pómez rosada (5%), subredondeada, de hasta 9 mm y blanca (25%), subredondeada, de hasta 15 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante. Presenta vetillas amarillas silíceas de hasta 2 mm de grosor.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (65%) compuesta de vidrio incoloro (Desvitrificada), shards y vesículas (3%), alargadas, de hasta 5,7 x 2,7 mm.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (3%), xenomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,8 x 0,5 y 0,3 x 0,1 mm maclas de Karlsbad, polisintéticas, zonación continua y discontinua.

Opacos (1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de hasta 0,3 x 0,2 mm.

Fragmentos de roca

Líticos recristalizados (3%), subangulares, de hasta 4,3 x 2,7 mm.

Fragmentos piroclásticos

Escoria hialina (6%), alargada, de hasta 3,3 x 2,6 mm, con vesículas (15%), alargadas, menores a 0,03 mm de diámetro.

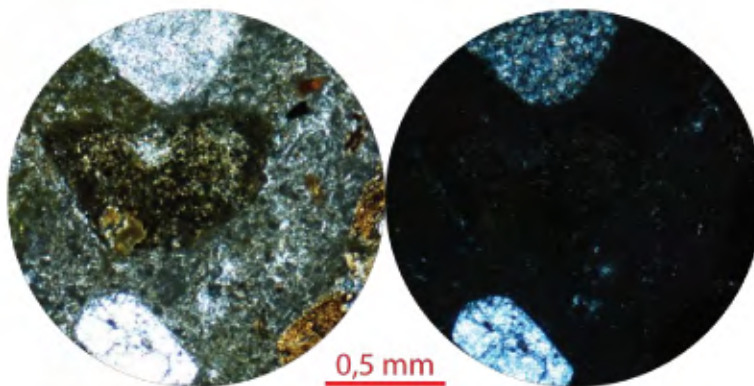
Pumíticos hialinos (15%), alargados, de hasta 14 x 8 mm.

Fragmentos de vidrio hialinos (2%), angulares, de hasta 1,7 x 1,4 mm.

Fragmentos de vidrio cristalinos (8%), angulares, de hasta 6 x 4,5 mm con fenocristales de plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, de 0,6 x 0,1 mm, con maclas polisintéticas.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.



Código muestra: M10-10517 **Ubicación:** 398808/269008.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz rosado claro con líticos no reconocibles negros (2%), angulares, de hasta 7 mm, y anaranjados (<1%), amorfos, de hasta 1 mm. Pómez blanca (25%), alargada, de hasta 26 x 19 mm, y gris claro (15%), alargada, de hasta 21 x 15 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura piroclástica, con matriz (69%) compuesta de vidrio café (desvitrificada) y vesículas (20%), amorfas, de hasta 8,8 x 2,5 mm.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (2%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,1 x 0,6 y 0,2 x 0,1 mm, maclas de Karlsbad, zonación continua y discontinua.

Fragmentos de roca

Lavas (2%), angulares, de hasta 1,1 x 0,8 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (10%).

Fragmentos piroclásticos

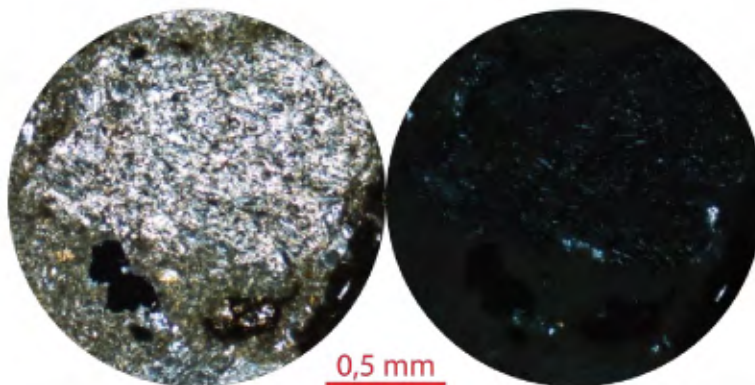
Pumíticos hialinos (24%), alargados, de hasta 13 x 4 mm.

Fragmentos de vidrio cristalinos (1%), alargados, de hasta 1,6 x 1,3 mm, con microlitos de plagioclasa no orientados (2%).

Fragmentos de vidrio hialinos (1%), amorfos, de hasta 0,7 x 0,6 mm.

Accesorios

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de hasta 0,9 x 0,7 mm.



Toba Pan de Azúcar

Código muestra: M59 Ubicación: 398539/271484.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (6%), tabular, de 2 mm. Lavas grises (2%), andesíticas, subredondeadas, de hasta 6 mm. Pómez blanca (1%), amorfa, de hasta 3 mm. *Fiammes* negros (20%), con fenocristales de plagioclasa (35%), tabular, de hasta 2 mm. Buena selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (71%) compuesta de vidrio café oscuro (Desvitrificado), con trizas vítreas y vesículas (13%), alargadas, de 1,7 x 0,4 mm. Otras texturas: Glomeroporfírica con plagioclasa, opacos y clinopiroxeno y cribosa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,1 x 1 y 0,3 x 0,2 mm, zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad.

Clinopiroxeno (1%), tabular, xenomórfico, de 0,6 x 0,4 mm, en glomeroporfiritos.

Fragmentos de roca

Lava gris oscuro (2%), angular, de 1,2 x 0,9 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (10%).

Fragmentos piroclásticos

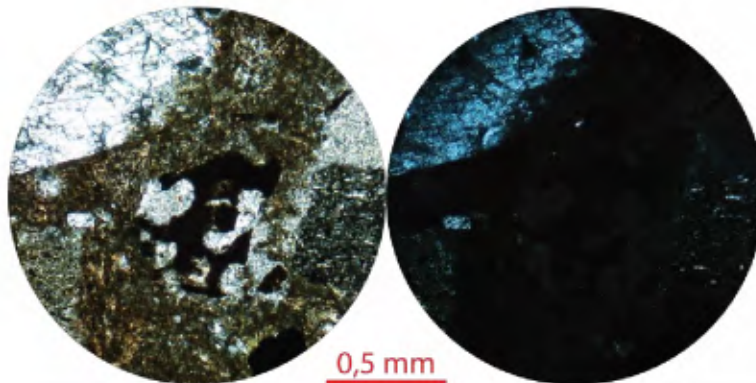
Escoria café oscuro (<1%), angular, de 0,7 x 0,6 mm, con vesículas (40%), alargadas, de 0,3 x 0,1 mm.

Pumíticos café claro (19%), alargados, de 0,7 x 0,6 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,03 x 0,03 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, granulares, de 0,3 x 0,3 mm.



Código muestra: M60 Ubicación: 399303/272909.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (4%), tabular, de hasta 2 mm. Líticos no reconocibles blancos a grises (3%), angulares, de hasta 2 mm; y café claro (1%), angulares, de hasta 2 mm. Escoria negra (15%), amorfa, de hasta 90 x 52 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de hasta 3 mm. Pómez anaranjada (4%), amorfa, de hasta 3 mm. *Fiammes* gris oscuro (3%), de hasta 12 x 4 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (78%) compuesta de vidrio café claro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (12%), alargadas, de 1,6 x 0,8 mm. Otras texturas: Glomeroporfirítica con plagioclasa y opacos.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,2 x 0,8 y 0,4 x 0,2 mm, con zonación discontinua y maclas de Karlsbad.

Fragmentos de roca

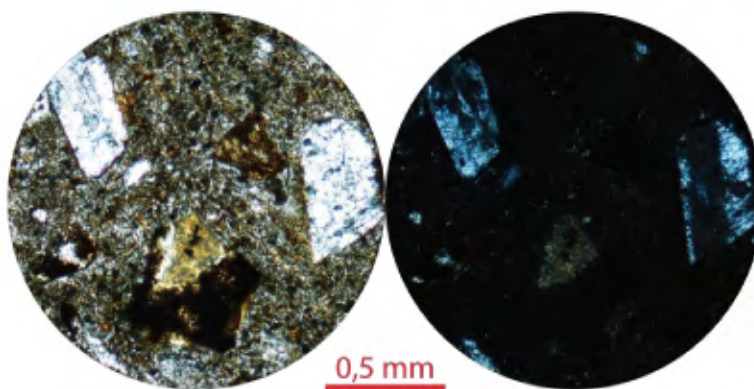
Líticos café muy claro (<1%), recristalizado, angulares, de 2,1 x 1,7 mm.
Lava café oscuro (3%), angular, de 2,5 x 1,2 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (10%) y vesículas (20%), amorfas, de 1,1 x 0,7 mm.

Fragmentos piroclásticos

Escoria anaranjada (2%), subredondeada, de 1,8 x 1,6 mm, con vesículas (80%), amorfas, 0,7 x 0,5 mm.
Pumíticos café oscuro (11%), alargados, de 3,9 x 2,7 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.
Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,4 x 0,3 mm.



Toba Poza Salada

Código muestra: M13 *Ubicación:* 358599/287277.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz negra, vítrea, con cristaloclastos de plagioclasa (7%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles grises (9%), angulares, de hasta 10 mm; anaranjados (1%), angulares, de hasta 3 mm. Lavas (5%), angulares, de hasta 20 mm, con plagioclasa (30%), tabular, de 2 mm. Pómez amarillo verdosa (3%), amorfa, de hasta 5 mm. *Fiammes* gris (3%), de hasta 13 x 1 mm. Mala selección con contacto flotante. Textura eutaxítica con plagioclasa rodeando a los clastos.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (79%) compuesta de vidrio café rojizo (Taquilítico), trizas vítreas y vesículas (7%), amorfas, de 0,8 x 0,4 mm. Otras texturas: Eutaxítica, cribosa y glomeroporfirítica con plagioclasa, ortopiroxeno y clinopiroxeno.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (8%), xenomórfica, tabular, con dos generaciones de 3,6 x 0,6 y 0,5 x 0,2 mm, zonación discontinua y maclas polisintéticas y de Karlsbad.

Clinopiroxeno (2%), xenomórfico, tabular, de 0,9 x 0,4 mm.

Opacos (1%), xenomórficos, granulares, de 0,3 x 0,2 mm.

Fragmentos de roca

Líticos anaranjados (<1%), subangulares, de 1,2 x 0,6 mm y borde rojizo.

Lavas negras (2%), angulares, de 1,6 x 1 mm, con microlitos de feldespatos sin orientación (6%) y bordes café oscuro.

Lavas gris claro (<1%), subredondeadas, de 2,9 x 1,3 mm, con microlitos de feldespatos orientados (30%) y fenocristales de plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, de 0,6 x 0,1 mm, con zonación continua.

Fragmentos piroclásticos

Escoria café claro (5%), amorfa, de 1,6 x 0,9 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (6%) y vesículas (20%), amorfas, de 0,9 x 0,7 mm.

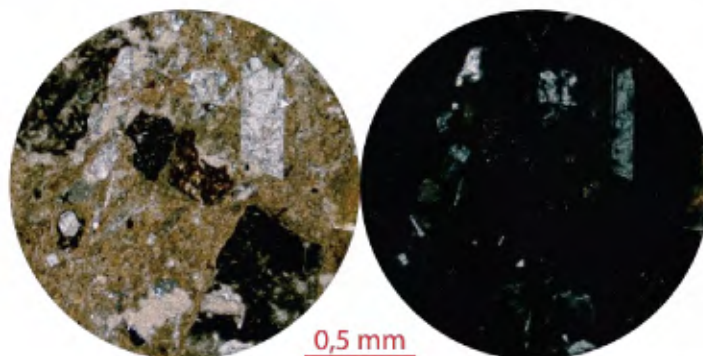
Escoria café oscuro (2%), angular, de 0,5 x 0,4 mm, con vesículas (20%), alargadas, de 0,1 x 0,1 mm.

Pumíticos gris claro (1%), alargadas, de 4,5 x 1,5 mm.

Accesorios

Ortopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,5 x 0,4 mm.

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.



Código muestra: M14 **Ubicación:** 358599/287277.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (20%), tabular, de hasta 3 mm. Pómez amarillenta (3%), amorfa, de hasta 2 mm, sana es gris claro. Obsidiana (3%), angular, con fractura concoidea, de hasta 1 mm. *Fiammes* negros (15%), de hasta 44 x 8 mm, con fenocristales de plagioclasa (7%), tabular, de 1 mm. Buena selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (91%) compuesta de vidrio gris claro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (10%), amorfas, de 1 x 0,9 mm. Otras texturas: Eutaxítica, cribosa e hialopíltica con microlitos de plagioclasa orientados.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (3%), xenomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,4 x 0,2 y 0,2 x 0,02 mm, zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad.

Minerales secundarios

Calcedonia (<1%), rellenando espacios subredondeados, de 0,7 x 0,7 mm.

Fragmentos de roca

Líticos recristalizados (1%), angulares, de 2,6 x 2 mm.

Líticos anaranjados (1%), angulares, de 0,5 x 0,3 mm.

Fragmentos piroclásticos

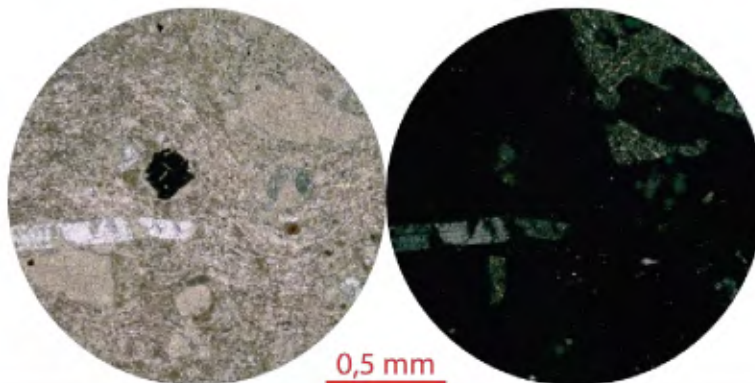
Escoria negra (<1%), subredondeada, de 0,4 x 0,4 mm, con borde café y vesículas (40%), alargadas, de 0,2 x 0,1 mm.

Pumíticos gris claro (4%), alargados, de 2,4 x 0,2 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,2 x 0,2 mm.



Código muestra: M35 **Ubicación:** 356651,7/310205,7.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz violácea con cristaloclastos de plagioclasa (20%), tabular, 3 mm. Líticos no reconocibles negros (5%), angulares, de hasta 4 mm; y anaranjados (5%), angulares, de hasta 2 mm. Pómez verde amarillenta (8%), amorfa, de hasta 5 mm; y gris (2%), amorfa, de hasta 5 mm. *Fiammes* negros (10%), hasta 7 x 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto puntual. Materia orgánica (3%), en bloques angulares, de hasta 10 mm.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura piroclástica, con matriz (53%) compuesta de vidrio café claro (Taquilítico) y vesículas (10%), amorfas, de 5,6 x 2,6 mm. Otras texturas: Eutaxítica, glomeroporfirítica con plagioclasa, clinopiroxeno y opacos.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (4%), hipidiomórfica a xenomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,6 x 1 y 0,3 x 0,1 mm, zonación discontinua y maclas de Karlsbad.

Opacos (2%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,3 x 0,2 mm.

Fragmentos de roca

Líticos anaranjados (2%), angulares, de 2 x 1,9 mm.

Líticos gris claro (5%), alargados de 2,6 x 1,8 mm.

Fragmentos piroclásticos

Escoria gris claro (35%), alargada, de 8 x 2 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, de 0,4 x 0,2 mm, con maclas de Karlsbad, formando glomeroporfiritos con opacos (1%), idiomórficos, hexagonales, de 0,2 x 0,1 mm y vesículas (40%), subredondeadas, de 0,8 x 0,5 mm.

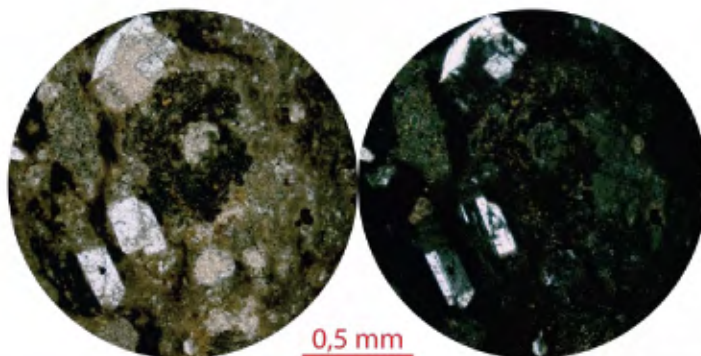
Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,2 x 0,1 mm.

Alteraciones

Vesículas de la escoria rellenas de zeolitas.

Plagioclasa arcillitizada.



Código muestra: M49 **Ubicación:** 359064,4/321079,5.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (4%), tabular, de 1 mm. Lavas negras (3%), angulares, de hasta 6 mm, con fenocristales de plagioclasa (40%), tabular, 3 mm. Pómez blanca - amarillenta (5%), colapsada, de hasta 12 x 4 mm; y gris oscuro (10%), hasta 30 x 8 mm. Pómez gris oscuro, ocasionalmente de hasta 250 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (74%) con vidrio gris café (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (2%), alargadas, de 2,9 x 1,1 mm. Otras texturas: Glomeroporfírica con plagioclasa y opacos.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (4%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,3 x 0,4 y 0,4 x 0,2 mm, zonación discontinua y maclas de Karlsbad.

Fragmentos de roca

Líticos anaranjados (1%), subredondeados, de 1,4 x 0,8 mm.

Lava gris claro (1%), subangular, de 1,4 x 1 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (40%).

Lava anaranjada (<1%), subredondeada, de 0,8 x 0,7 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (4%).

Fragmentos piroclásticos

Escoria negra (2%), angular, de 3,6 x 3,2 mm, con bordes café, microlitos de plagioclasa orientados (5%) y vesículas (40%), alargadas, de 1,1 x 0,6 mm.

Pumíticos gris claro (16%), alargados, de 6,7 x 1,3 mm.

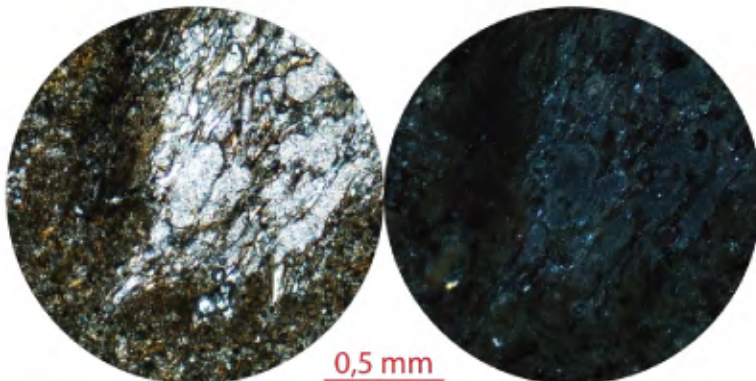
Accesorios

Opacos (<1%), xenomórficos, granulares, de 0,2 x 0,1 mm.

Alteraciones

Plagioclasa arcillitizada.

Manchas rojas en la matriz.



Código muestra: 7CN100,6 **Ubicación:** Piezómetro CN – 7, Senara Tempisque, profundidad: 100,6 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris oscuro con lavas gris claro a gris oscuro (<5%), subangulares, de hasta 20 mm. Pómez amarillo claro (5%), redondeada, de hasta 8 mm. *Fiammes* de vítreos (30%), de hasta 50 mm de ancho máximo (largo no visible, abarca más del núcleo). Mala selección con contacto flotante y puntual.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura piroclástica, con matriz (80%) compuesta de vidrio café claro (Taquilítico), y vesículas (7%), alargadas, de 2,1 x 1,1 mm. Otras texturas: Eutaxítica, glomeroporfirítica en plagioclasa, clinopiroxeno y opacos.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (4%), xenomórfica a hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,9 x 0,9 y 0,4 x 0,1 mm, zonación discontinua y maclas de Karlsbad.

Minerales secundarios

Calcedonia (<1%), en agregados angulares, de 0,9 x 0,8 mm.

Fragmentos de roca

Lava café oscuro (1%), alargada, de 0,9 x 0,4 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (3%).

Lava gris claro (6%), subredondeada, de 4,4 x 3,4 mm, con microlitos de plagioclasa no orientados (25%) y fenocristales de plagioclasa (6%), hipidiomórfica, tabular, de 0,3 x 0,1 mm, con zonación continua, clinopiroxeno (2%), xenomórfico, de 0,4 x 0,3 mm y opacos (1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,4 x 0,2 mm.

Fragmentos piroclásticos

Escoria café oscuro (1%), subredondeada, de 0,8 x 0,6 mm, con vesículas (8%), alargadas, de 0,3 x 0,1 mm.

Pumíticos café claro (4%), alargados, de 9 x 2 mm.

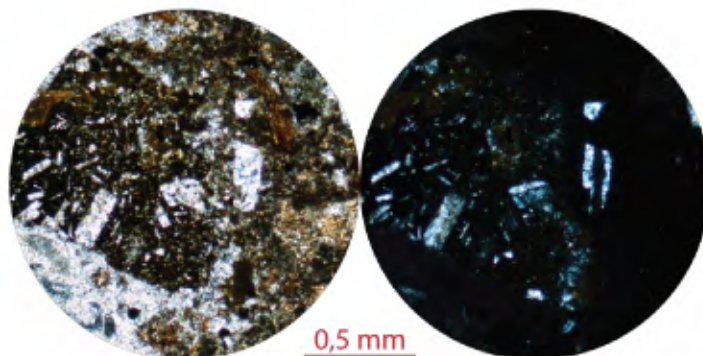
Pumíticos gris claro (1%), alargados, de 5,3 x 3,6 mm, con fenocristales de plagioclasa (7%), hipidiomórfica, tabular, de 0,6 x 0,1 mm, con maclas de Karlsbad; y opacos (1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,3 x 0,2 mm.

Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,4 x 0,3 mm.

Ortopiroxeno (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 1 x 0,5 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,3 x 0,2 mm.



Código muestra: 10AH62,2 **Ubicación:** Piezómetro AH – 10, Senara Tempisque, profundidad: 62,2 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz vidriosa gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (20%), tabular, de 2 mm. Lavas (5%), subangulares, de hasta 25 mm. *Fiammes* de escoria (10%), de hasta 20 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica y microlítica, con matriz (71%) compuesta de vidrio café claro a oscuro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (4%), angulares, de 0,6 x 0,4 mm. Otras texturas: Glomeroporfirítica con fenocristales de plagioclasa y clinopiroxeno.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (4%), hipidiomórfica, tabular, de 1,1 x 0,4 mm, con zonación continua, maclas de Karlsbad y polisintéticas.

Fragmentos de roca

Escoria negra (5%), subredondeada a subangular, de 1,9 x 1,7 mm, con vesículas (60%), amorfas, 0,3 x 0,3 mm.

Fragmentos piroclásticos

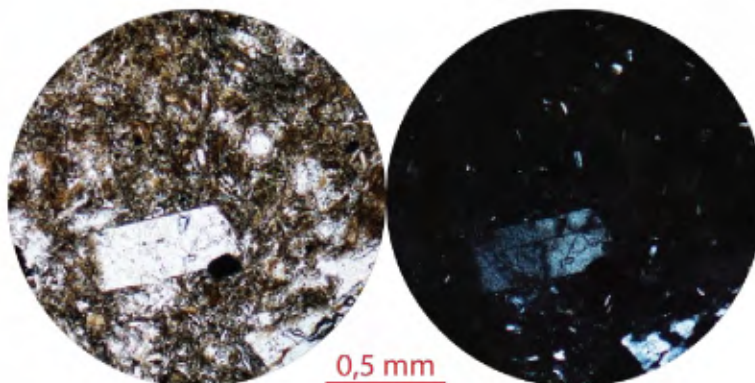
Pumíticos café oscuro a negro (13%), alargados, de 2 x 0,4 mm, con vesículas (10%), alargadas, 0,4 x 0,2 mm.

Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,6 x 0,2 mm.

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.

Opacos (<1%), hipidiomórficos, tabulares, de 0,2 x 0,1 mm.



Código muestra: 18CU70,84 **Ubicación:** Piezómetro CU – 18, Senara Tempisque, profundidad: 70,84 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris rosado con cristaloclastos de plagioclasa (solo se ve la marca de la forma tabular). Líticos no reconocibles rojos, grises y cafés claro (20%), angulares a subredondeados, de hasta 15 mm. Obsidiana (3 – 4%), amorfa, menor a 1 mm, esporádicamente de 40 mm, con plagioclasa. Pómez gris y café (10%), amorfa, de hasta 20 mm. *Fiammes* negros (3%), de hasta 10 mm. Mala selección con contacto flotante a puntual.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (62%) compuesta de vidrio gris oscuro a café (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (6%), amorfas, de 0,8 x 0,7 mm. Otras texturas: Cumulitos de plagioclasa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (3%), hipidiomórfica, tabular, de 0,8 x 0,3 mm, con maclas de Karlsbad y polisintéticas Opacos (1%), hipidiomórficos, tabulares, de 0,1 x 0,1 mm.

Fragmentos de roca

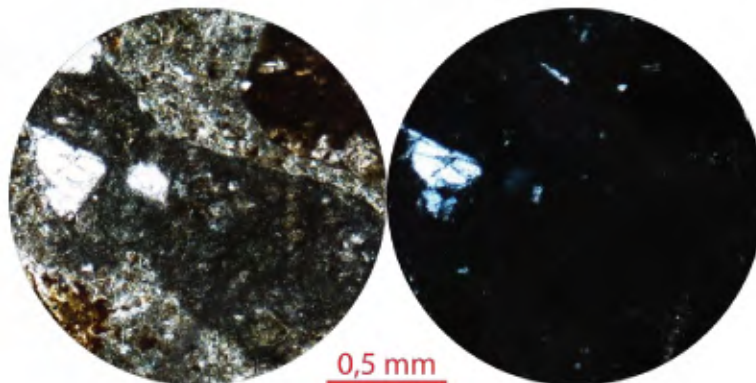
Líticos negros (3%), angulares a alargados, con bordes anaranjados, de 1,9 x 0,7 mm. Lavas (1%), angulares, varían de anaranjado claro a negro, de 1,3 x 1,3 mm, con microlitos de plagioclasa no orientados (30%).

Fragmentos piroclásticos

Escoria negra (19%), subredondeada, de 9 x 8 mm, con vesículas (40%), amorfas a alargadas, de 1,1 x 0,6 mm y plagioclasa (5%), tabular, hipidiomórfica, de 0,8 x 0,6 mm. Pumíticos gris oscuro (5%), alargados, de 1,6 x 0,8 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.



Código muestra: 18CU76 **Ubicación:** Piezómetro CU – 18, Senara Tempisque, profundidad: 76 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris celeste con líticos no reconocibles rojos, grises y cafés claro (20%), angulares a subredondeados, de hasta 15 mm. Lavas (5%), subredondeadas, de hasta 25 mm. Obsidiana (5%), angular, de hasta 9 mm, con plagioclasa (5%), tabular, de 1 mm. Pómez gris (5%), subredondeadas, de hasta 25 mm. *Fiammes* negros (3%), de hasta 10 mm; y *fiammes* de pómez gris (5 – 7%), de hasta 5 mm. Mala selección con contacto flotante a puntual.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (56%) compuesta de vidrio café oscuro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (2%), amorfas, de 0,8 x 0,4 mm. Otras texturas: Poiquilitica con clinopiroxeno incluido en plagioclasa y glomeroporfirítica con fenocristales de plagioclasa, clinopiroxeno y opacos.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (17%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,4 x 0,5 y 0,6 x 0,1 mm, con zonación discontinua y maclas de Karlsbad.

Clinopiroxeno (2%), hipidiomórfica, tabular, de 0,6 x 0,2 mm.

Opacos (1%), xenomórficos, granulares, de 0,3 x 0,3 mm.

Fragmentos de roca

Líticos amarillos (1%), angulares, de 0,8 x 0,6 mm.

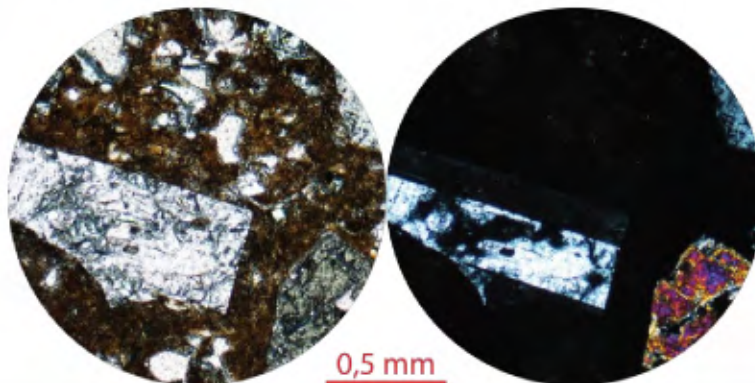
Lava gris claro (10%), angulares, de 3,1 x 2,3 mm, con microlitos de plagioclasa sin orientación (20%) y fenocristales de plagioclasa (40%), arcillitizada, hipidiomórfica, tabular, de 1,1 x 0,3 mm, con maclas de Karlsbad y clinopiroxeno (5%), xenomórfico, alargado, de 0,3 x 0,2 mm.

Fragmentos piroclásticos

Pumíticos anaranjado claro (11%), amorfos a alargados, de 0,6 x 0,3 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.



Código muestra: 18CU81,32 **Ubicación:** Piezómetro CU – 18, Senara Tempisque, profundidad: 81,32 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, de 2 mm y vesículas (5%), redondeadas, de 1 mm. Líticos no reconocibles grises (2%), angulares, de hasta 5 mm. Lavas negras (10%), angulares, de hasta 9 mm, con fenocristales de plagioclasa (15%), tabular, de 1 mm. Pómez anaranjada (4%), amorfa, de hasta 3 mm. *Fiammes* negros (5%), de hasta 33 x 2 mm. Mala selección con contacto flotante a puntual.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (66%) compuesta de vidrio amarillo claro (Sideromelana), trizas vítreas y vesículas (3%), redondeadas, de 0,8 x 0,6 mm. Otras texturas: Glomeroporfírica con fenocristales de plagioclasa y clinopiroxeno.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (4%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,4 x 0,4 y 0,3 x 0,1 mm, con zonación discontinua, con maclas polisintéticas y de Karlsbad.

Fragmentos de roca

Líticos anaranjado claro (5%), angulares, de 1,1 x 0,5 mm.

Lavas café rojizas (4%), angulares, de 3,5 x 2,1 mm, con microlitos de plagioclasa no orientados (3%) y fenocristales de plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, de 0,3 x 0,1 mm, con zonación continua.

Fragmentos piroclásticos

Pumíticos anaranjado oscuro (16%), subangulares, de 13 x 9 mm, con microlitos orientados de plagioclasa (6%), hipidiomórfica, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.

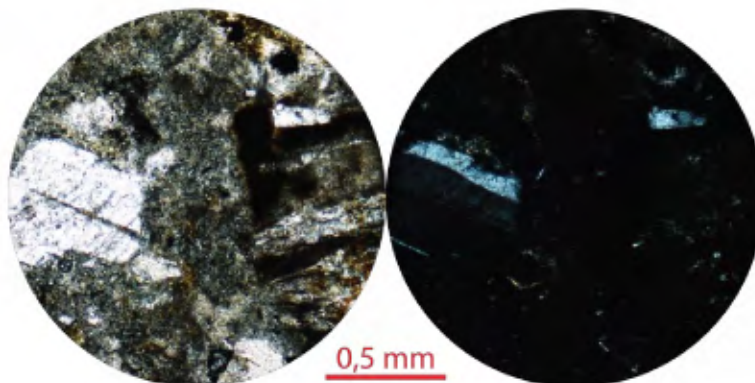
Pumíticos gris claro (1%), amorfos, de 2,1 x 0,3 mm, con fenocristales de plagioclasa (2%), hipidiomórfica, tabular, de 0,2 x 0,1 mm, con maclas de Karlsbad.

Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,4 x 0,2 mm, sólo en glomeroporfiritos con plagioclasa.

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, granulares, de 0,2 x 0,1 mm.



Código muestra: 1-15-10-14 Ubicación: 357333/295214

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz café oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (15%), tabular, de hasta 2 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (3%), angulares, de hasta 6 mm. Lavas (1%), angulares, de hasta 4 mm. Pómez verde amarillento (2%), amorfa, de hasta 1 mm. *Fiammes* de obsidiana (8%), de hasta 32 x 3 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante. Componentes muestran dirección de flujo.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (76%) compuesta de vidrio amarillo claro a oscuro (Sideromelana desvitrificada), algunas veces café claro (Palagonita desvitrificada), trizas vítreas y vesículas (9%), amorfas a angulares, de 2 x 1,4 mm. Otras texturas: Eutaxítica.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (3%), hipidiomórfica, tabular, de 0,9 x 0,3 mm, con maclas de Karlsbad. Opacos (1%), hipidiomórficos, granulares, de 0,2 x 0,1 mm.

Fragmentos de roca

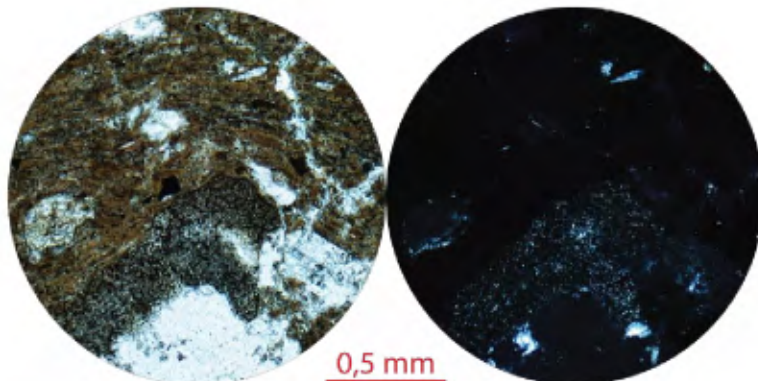
Líticos negros (2%), angulares, de 0,5 x 0,3 mm.

Fragmentos piroclásticos

Escoria gris claro (6%), angular, de 0,5 x 0,4 mm, con vesículas (40%), angulares, de 0,5 x 0,3 mm. Pumíticos negros a café oscuro (4%), amorfos, de 1,3 x 1 mm.

Accesorios

Ortopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,4 x 0,1 mm.



Toba Santa Rosa

Código muestra: M39 *Ubicación:* 356509,2/310685,4.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz negra (café meteorizado), muy meteorizado, con cristaloclastos de plagioclasa (20%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles negros (2%), angulares, de hasta 4 mm. Lavas (5%), angulares, de hasta 10 mm. Pómez gris (3%), amorfa, de hasta 5 mm; y amarillo verdoso (6%), subangular, de hasta 5 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante. Pátinas anaranjadas y pómez muy meteorizadas, toman color anaranjado.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (87%) compuesta de vidrio café claro (Taquilítico), trizas vítreas y vesículas (4%), angulares, de 2,3 x 1,4 mm. Otras texturas: Eutaxítica, axiolítica, cribosa y glomeroporfirítica con plagioclasa y clinopiroxeno.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (5%), xenomórfica, tabular, con dos generaciones de 1 x 0,3 y 0,1 x 0,1 mm, zonación discontinua, maclas polisintéticas, muy fracturadas y arcillitizadas.

Opacos (1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,5 x 0,4 mm.

Fragmentos de roca

Lítico recristalizado (2%), angular, 7 x 6 mm.

Líticos anaranjados (2%), angulares, de 1,1 x 1 mm.

Fragmentos piroclásticos

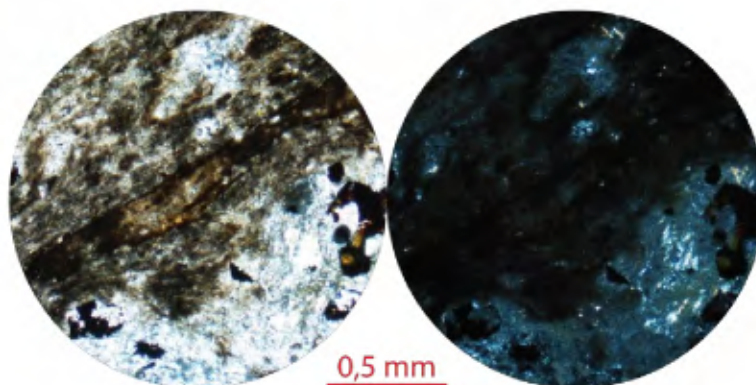
Escoria café oscuro (1%), alargada, de 3,7 x 0,7 mm, bordes negros y vesículas (30%), alargadas, 0,3 x 0,1 mm.

Pumíticos gris claro (2%), alargados, de 2,2 x 1,1 mm, con borde negro.

Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,5 x 0,3 mm.

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,3 x 0,1 mm.



Código muestra: M45 **Ubicación:** 359132,3/321140,5.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris rosado con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, de 2 mm; y piroxeno (2%), granular, de 1 mm. Líticos no reconocibles negros (2%), angulares, de hasta 2 mm; y anaranjados (1%), angulares, de hasta 5 mm. Pómez rosada (6%), amorfa, de hasta 7 mm; y blanca (4%), redondeada, de hasta 2 mm. *Fiammes* blancos (5%), de hasta 25 x 10 mm; y anaranjados (4%), de hasta 10 x 2 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (84%) compuesta de vidrio café claro (Desvitrificado), trizas vítreas recristalizados y vesículas (7%), alargadas, de 0,7 x 0,6 mm. Otras texturas: Axiolítica, microlítica, y glomeroporfirítica con plagioclasa y clinopiroxeno.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (2%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,1 x 0,5 mm y una microlítica, zonación discontinua y maclas de Karlsbad.

Fragmentos de roca

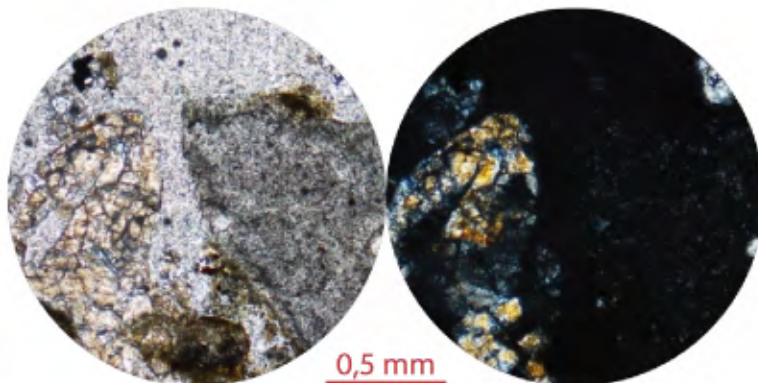
Lava gris claro (3%), subredondeada, de 3,6 x 2 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (7%).

Fragmentos piroclásticos

Escoria negra (6%), alargada, de 10 x 4 mm, con borde café y vesículas (60%), amorfas, de 1,7 x 0,6 mm. Escoria anaranjada (1%), alargada, de 2,6 x 1,2 mm, con vesículas (70%), redondeadas, 0,3 x 0,3 mm y fenocristales de plagioclasa (2%), hipidiomórfica, tabular, de 0,2 x 0,2 mm, con maclas de Karlsbad. Pumíticos gris claro (3%), alargados, de 5,1 x 3,2 mm (algunos rojos).

Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 1,1 x 1 mm.
Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.
Opacos (<1%), xenomórficos, tabulares, de 0,3 x 0,3 mm.



Código muestra: 1CN62,2 **Ubicación:** Piezómetro CN – 1, Senara Tempisque, profundidad: 62,2 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz rojo claro con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, de hasta 2 mm y vesículas (6%), alargadas, de hasta 2 mm. Líticos no reconocibles negros (7%), amorfos, de hasta 2 mm; anaranjados (2%), angulares, hasta 4 mm; y grises (1%), angulares, de hasta 2 mm. Pómez anaranjada (5%), redondeada, 18 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de hasta 2 mm; y pómez amarillo verdoso (< 1%), amorfa, menor a 1 mm. *Fiammes* grises (2%), de hasta 12 x 2 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de 3 mm. Buena selección con contacto flotante a puntual.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (64%) compuesta de vidrio gris a café oscuro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (12%), subredondeadas, 1,6 x 0,9 mm. Otras texturas: Cribosa y glomeroporfirítica con fenocristales de plagioclasa y ortopiroxeno.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 2,5 x 0,8 mm y 0,4 x 0,1 mm, con maclas de Karlsbad, zonación discontinua.

Clinopiroxeno (2%), hipidiomórfico, tabular, de 1,2 x 0,5 mm, con borde anaranjado que cambia a negro.

Ortopiroxeno (1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,7 x 0,4 mm, con borde anaranjado que cambia a negro.

Opacos (1%), xenomórficos, granulares, de 0,6 x 0,4 mm.

Fragmentos de roca

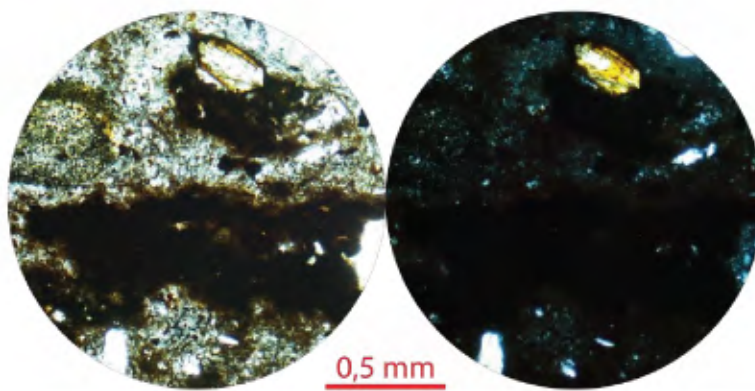
Líticos (4%), tienden a ser negros con manchas anaranjadas, angulares, de 1,6 x 0,7 mm.

Lavas (2%), negras (sana) y anaranjado fuerte (meteorizada), angulares, de 1,9 x 1,3 mm, con microlitos de plagioclasa no orientados (7%).

Fragmentos piroclásticos

Pumíticos negros (5%), subredondeados, parcialmente isótropos con borde café, de 0,6 x 0,5 mm, muy arcillitizados.

Pumíticos colapsados grises (3%), 5,4 x 2,5 mm, con fenocristales de plagioclasa (10%), xenomórfica, tabular, de 0,9 x 0,4 mm, muy meteorizada.



Código muestra: 1CN63,4 **Ubicación:** Piezómetro CN – 1, Senara Tempisque, profundidad: 63,4 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz morado rosada con cristaloclastos de plagioclasa (10 – 15%), tabular, de 3 – 1 mm; y epidota ($\leq 2\%$), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles rojos, anaranjados, blancos, grises y verdes (20 – 25%), subredondeados a subangulares, de hasta 10 mm. *Fiammes* de obsidiana (30 – 35%), de hasta 30 mm, con plagioclasa, tabular. Mala selección con contacto flotante a puntual.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (61%) compuesta de vidrio amarillo a café oscuro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (3%), subredondeadas con bordes irregulares, de 0,8 x 0,7 mm. Otras texturas: Glomeroporfirítica con fenocristales de plagioclasa y ortopiroxeno.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (6%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 2 x 1,5 mm y 0,5 x 0,2 mm, con maclas de Karlsbad y zonación discontinua.

Ortopiroxeno (1%), idiomórfico, granular, de 0,3 x 0,3 mm, con borde anaranjado que se pone negro.

Opacos (1%), hipidiomórficos, tabulares, de 0,4 x 0,3 mm.

Fragmentos de roca

Lavas negras (1%), subredondeadas, de 0,8 x 0,4 mm, con microlitos de feldespatos no orientados (<1%).

Fragmentos piroclásticos

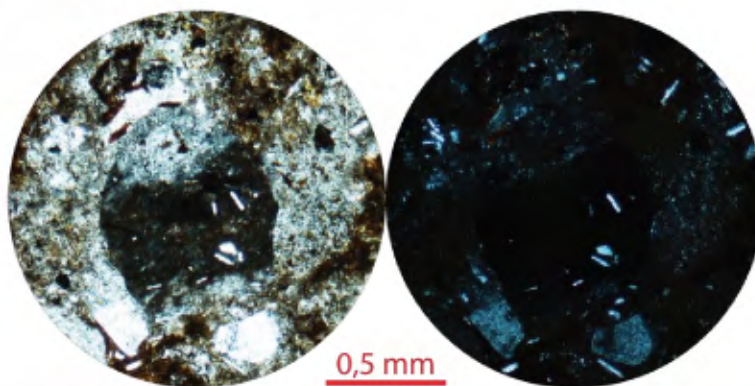
Pumíticos café claro (8%), subredondeados, de 0,5 x 0,4 mm, con fenocristales de plagioclasa (3%), hipidiomórfica, tabular, de 0,9 x 0,7 mm, con maclas polisintéticas, de Karlsbad y zonación discontinua.

Pumíticos colapsados grises (18%), de 2,9 x 2,1 mm, con microlitos de plagioclasa orientada (6%), y una vesícula (15%), con forma de fenocristal.

Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), tabular, hipidiomórfico, de 0,7 x 0,7 mm.

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,2 x 0,1 mm.



Código muestra: 3ME104,16 **Ubicación:** Piezómetro ME – 3, Senara Tempisque, profundidad: 104,16 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz negra con cristaloclastos de plagioclasa (4%), tabular, de hasta 2 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (5%), redondeados, de hasta 5 mm; rojos (<1%), angulares, de hasta 5 mm; y blancos (3%), angulares, de hasta 8 mm. *Fiammes* gris claro (16%), de hasta 8 x 2 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (81%) compuesta de vidrio café rojizo (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (14%), amorfas, de 1,3 x 0,8 mm. Otras texturas: Glomeroporfírica con plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno y opacos, y cribosa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (7%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 2,7 x 0,9 y 0,4 x 0,1 mm, zonación continua, discontinua, maclas de polisintéticas y de Karlsbad.

Minerales secundarios

Fragmentos de roca

Lava gris claro (5%), redondeada, de 2,5 x 2,3 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (30%) y fenocristales de plagioclasa (4%), hipidiomórfica, tabular, de 0,8 x 0,2 mm.

Fragmentos piroclásticos

Escoria anaranjada (<1%), subredondeada, de 1,1 x 0,9 mm, con vesículas (40%), amorfas, de 0,2 x 0,2 mm. Pumíticos café oscuro (4%), alargados, de 3,4 x 1,5 mm.

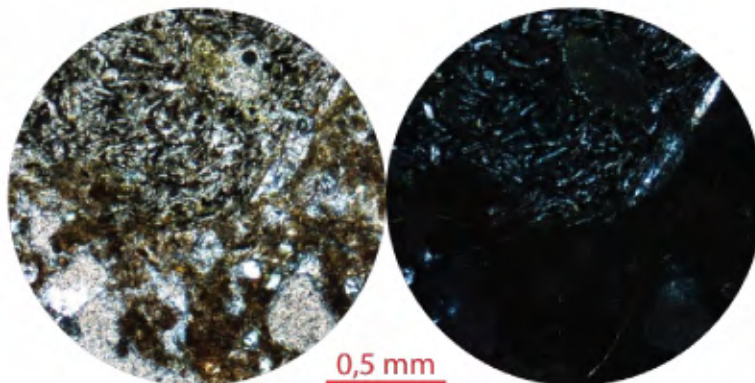
Accesorios

Ortopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,8 x 0,3 mm.

Clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 1 x 0,1 mm.

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,3 x 0,2 mm.



Código muestra: 18CU53,1 **Ubicación:** Piezómetro CU – 18, Senara Tempisque, profundidad: 53,1 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris rosada con cristaloclastos de plagioclasa (5 – 10%), tabular, menor a 2 mm. Lavas rojas y negras (5%), angulares, de hasta 10 mm. Obsidiana (10%), amorfa, de hasta 40 mm, con plagioclasa, con aureola de oxidación. *Fiammes* de pómez gris (7%), de hasta 40 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (53%) compuesta de vidrio café amarillento (Desvitrificado) y trizas vítreas.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (4%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones 1,3 x 0,7 mm y 0,5 x 0,1 mm, con zonación discontinua y maclas de Karlsbad.

Fragmentos de roca

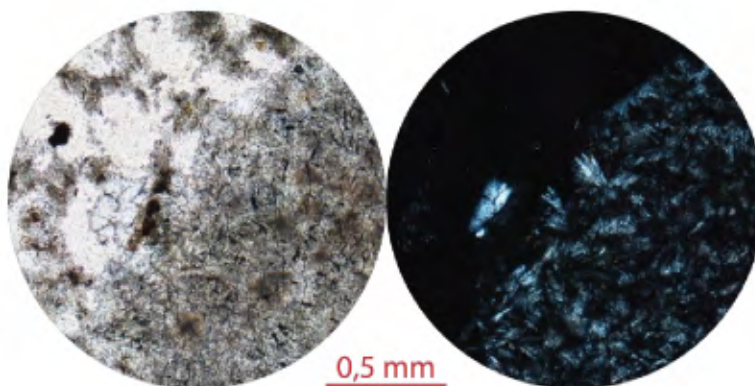
Líticos recristalizados (6%), angulares a alargados, de 1,7 x 0,6 mm.

Fragmentos piroclásticos

Escoria gris oscuro (11%), subredondeada, de 2,8 x 2 mm, con vesículas (55%), redondeadas, de 0,8 x 0,4 mm. Pumíticos (17%), café oscuro, amorfos, de 3,9 x 3,5 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de 0,6 x 0,2 mm, con maclas de Karlsbad y vesículas (10%), subredondeadas, de 0,9 x 0,8 mm. Pumíticos colapsados café grisáceo (8%), arcillitizados, de 3,5 x 1,4 mm.

Accesorios

Opacos (<1%), xenomórficos, granulares, de 0,3 x 0,2 mm.



Código muestra: 18CU57,74 **Ubicación:** Piezómetro CU – 18, Senara Tempisque, profundidad: 57,74 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris violácea con cristaloclastos de plagioclasa (15%), tabular, menor a 2 mm. Líticos no reconocibles rojos (1%), angulares, 3 mm; anaranjados (5%), amorfos, de hasta 2 mm; y grises (1%), angulares, de hasta 3 mm. Lavas negras (8%), angulares, de hasta 10 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de 1 mm. *Fiammes* negros (5%), de vidrio, de hasta 17 x 2 mm, con fenocristales de plagioclasa (3%), tabular, menor a 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (53%) compuesta de vidrio gris oscuro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (12%), angular a irregular (ramificada), de 2,6 x 2 mm. Otras texturas: Eutaxítica, cumulitos de plagioclasa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (7%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,8 x 0,6 mm y 0,3 x 0,2 mm, con zonación discontinua y continua y maclas de Karlsbad y polisintéticas.

Clinopiroxeno (1%), xenomórfico, tabular, de 0,4 x 0,2 mm.

Opacos (1%), xenomórficos, granulares, de 0,6 x 0,5 mm.

Fragmentos de roca

Líticos recristalizados (6%), angulares, de 2,6 x 1,8 mm.

Lava gris claro (2%), pilotaxítica, subredondeadas, de 2,6 x 1,5 mm, con microlitos de plagioclasa no orientados (20%).

Fragmentos piroclásticos

Escoria anaranjado claro (2%), angular, de 2,3 x 1,6 mm, con vesículas (50%), subredondeadas, de 0,2 x 0,2 mm.

Pumíticos negros (8%), redondeados, de 1,6 x 1,6 mm, con borde café.

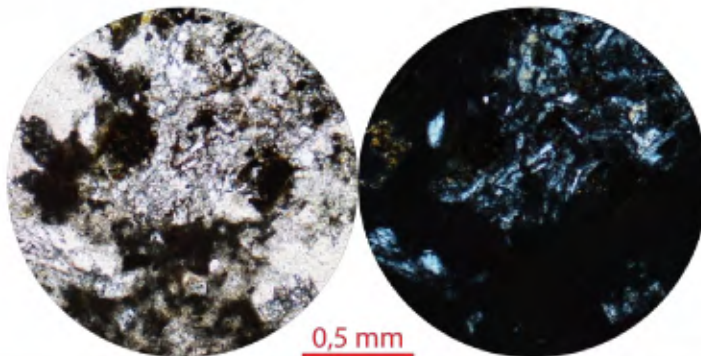
Pumíticos café rojizo colapsados (6%), de 4,1 x 1,6 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), hipidiomórfica, alargada, de 0,6 x 0,3 mm, con maclas de Karlsbad.

Fragmentos de vidrio café rojizo (<1%), amorfos, de 2 x 1,4 mm.

Accesorios

Ortopiroxeno (<1%), tabular, hipidiomórfico, de 1,2 x 0,4 mm.

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.



Código muestra: 18CU58,9 **Ubicación:** Piezómetro CU – 18, Senara Tempisque, profundidad: 58,9 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz negra con cristaloclastos de plagioclasa (40%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles grises (5%), angulares, de hasta 7 mm. *Fiammes* anaranjados (7%), de hasta 3 x 1 mm; y *fiammes* de vidrio (1%), de hasta 40 x 7 mm, con fenocristales de plagioclasa (4%), tabular, de 1 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (60%) compuesta de vidrio café a amarillo oscuro (Desvitrificado) y trizas vítreas. Otras texturas: Eutaxítica y glomeroporfirítica con plagioclasa y clinopiroxeno.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (11%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 3,1 x 1,2 y 0,5 x 0,3 mm, con zonación discontinua y maclas de Karlsbad.

Ortopiroxeno (1%), hipidiomórfico, alargado, de 1,2 x 0,5 mm.

Clinopiroxeno (2%), xenomórfico, tabular, de 1 x 0,5 mm.

Opacos (1%), xenomórficos, granulares, de 0,1 x 0,1 mm.

Fragmentos de roca

Líticos amarillos (1%), redondeados, de 1,2 x 0,9 mm.

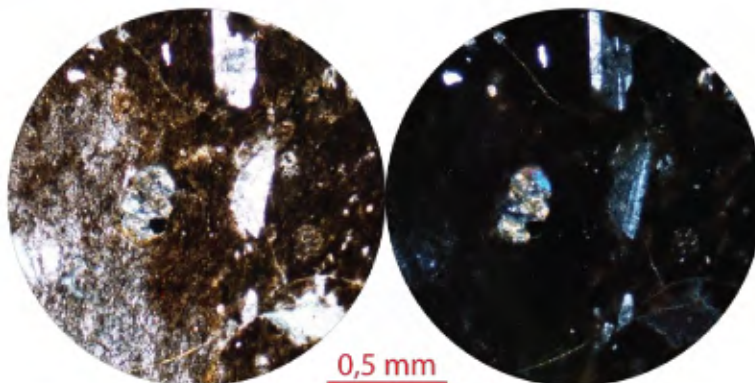
Lava café (3%), angulares, de 1,7 x 1,1 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (4%) y fenocristales de plagioclasa (10%), hipidiomórfica, tabular, de 0,6 x 0,2 mm, con maclas de Karlsbad y zonación continua.

Fragmentos piroclásticos

Pumíticos colapsados café rojizo (9%), de 2,1 x 0,7 mm.

Pumíticos colapsados gris claro (8%), de 11 x 2 mm.

Fiammes escoriáceos café rojizos (4%), aplastada, de 2,9 x 1,2 mm, con vesículas (60%), subredondeadas, de 0,2 x 0,1 mm.



Código muestra: 4ME54,3 **Ubicación:** Piezómetro ME – 4, Senara Tempisque, profundidad: 54,3 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz café claro con cristaloclastos de plagioclasa (4%), tabular, de hasta 2 mm. Líticos no reconocibles grises (1%), angulares, de hasta 4 mm; anaranjados (3%), angulares, de hasta 3 mm; y blancos (1%), angulares, de hasta 6 mm, con bordes anaranjados. Vidrio (<1%), amorfo, menor a 1 mm. Escoria (8%), amorfa, de hasta 26 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de 2 mm. *Fiammes* negros de escoria (15%), de hasta 31 x 4 mm; y *fiammes* anaranjados (1%), de hasta 4 x 1 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (67%) compuesta de vidrio amarillo claro a café claro (Sideromelana), trizas vítreas y vesículas (2%), subredondeadas, de 0,6 x 0,5 mm.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (7%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 2,5 x 0,5 y 0,3 x 0,1 mm, con zonación discontinua y maclas de Karlsbad y polisintéticas.

Opacos (2%), xenomórficos, granulares, de 0,3 x 0,2 mm.

Fragmentos de roca

Lítico anaranjado fuerte (1%), subredondeados, de 1,6 x 0,9 mm.

Lava negra a café oscuro (2%), subredondeados, de 0,6 x 0,6 mm, con microlitos de feldespatos orientados (20%).

Fragmentos piroclásticos

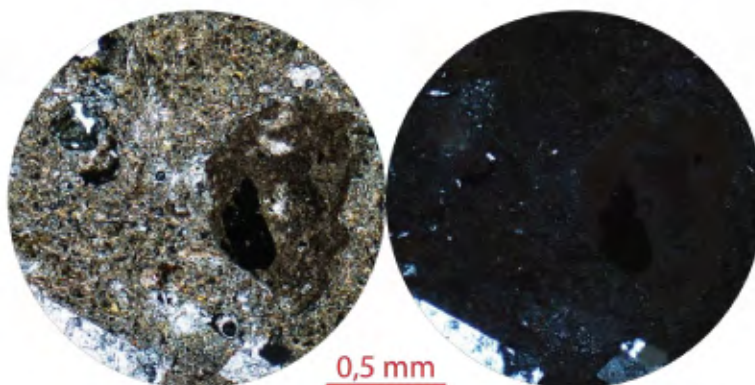
Escoria (5%), negra y roja, angular, de 2 x 1,3 mm, con vesículas (30%), angulares, de 0,5 x 0,3 mm y plagioclasa (1%), hipidiomórfica, tabular, de 0,2 x 0,1 mm y zonación continua.

Pumíticos colapsados rosados (5%), alargados, de 0,5 x 0,2 mm.

Fragmentos de vidrio (11%), redondeados, de 0,4 x 0,3 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.



Código muestra: 4ME54,5 **Ubicación:** Piezómetro ME – 4, Senara Tempisque, profundidad: 54,5 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, de 1 mm y glomeroporfiritos de plagioclasa con piroxeno (9%), de hasta 4 mm. Líticos no reconocibles negros (2%), angulares, de hasta 2 mm. Pómez blanco amarillenta (1%), alargada, de hasta 1 mm; y pómez anaranjado claro (1%), angular, de hasta 5 mm. *Fiammes* blancos (10%), de hasta 12 x 2 mm. Buena selección con contacto flotante. Veta roja silícea.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (70%) compuesta de vidrio café claro (Sideromelana) y trizas vítreas. Otras texturas: Glomeroporfirítica con fenocristales de plagioclasa, opacos, ortopiroxeno y clinopiroxenos.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (8%), alargada, hipidiomórfica, con dos generaciones de 2,8 x 0,5 y 0,4 x 0,3 mm, con maclas de Karlsbad y zonación discontinua.

Clinopiroxeno (2%), xenomórfico, hexagonal, 0,3 x 0,2 mm.

Ortopiroxeno (1%), hipidiomórfico a xenomórfico, tabular, de 0,3 x 0,2 mm.

Opacos (1%), xenomórficos, tabulares, de 0,5 x 0,3 mm.

Fragmentos de roca

Lítico café (3%), amorfo, de 0,8 x 0,4 mm.

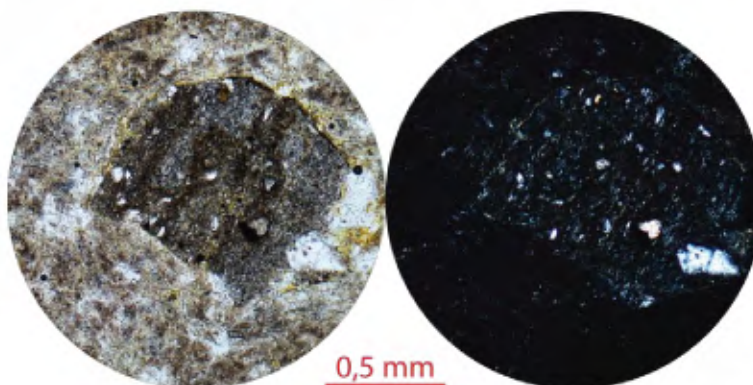
Lava gris claro (1%), angulares, de 0,7 x 0,5 mm, con microlitos de plagioclasa no orientados (35%).

Fragmentos piroclásticos

Pumíticos gris claro a rojizos colapsados (15%), de 1,3 x 0,5 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.



Código muestra: 19ME118 **Ubicación:** Piezómetro ME – 19, Senara Tempisque, profundidad: 118 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris rosada con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, menor a 2 mm, alteración verdosa en los cristales en un 1%. Líticos no reconocibles anaranjados (3 – 5%), tabulares, angulares, de hasta 3 mm; y negros (2%), subangulares, menores a 1 mm. Lavas grises y moradas (10%), angulares a subredondeadas, de hasta 15 mm, meteorizadas, donde algunas presentan aureola de oxidación. Pómez anaranjada y gris (5%), amorfa, de hasta 40 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (66%) compuesta de vidrio café claro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (11%), alargadas, de 6 x 1 mm.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (6%), tabular, hipidiomórfica, con dos generaciones de 2 x 0,7 y 0,4 x 0,2 mm, con zonación discontinua y maclas de Karlsbad.

Opacos (1%), hipidiomórficos, granulares, de 0,3 x 0,2 mm.

Fragmentos de roca

Líticos (3%), anaranjado oscuro, bien redondeados, de 0,3 mm.

Lava gris claro (9%), angulares, 3,3 x 1,6 mm, con borde de oxidación anaranjado, con microlitos de plagioclasa orientados (30%) y fenocristales de plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, de 0,6 x 0,4 mm, con maclas de Karlsbad.

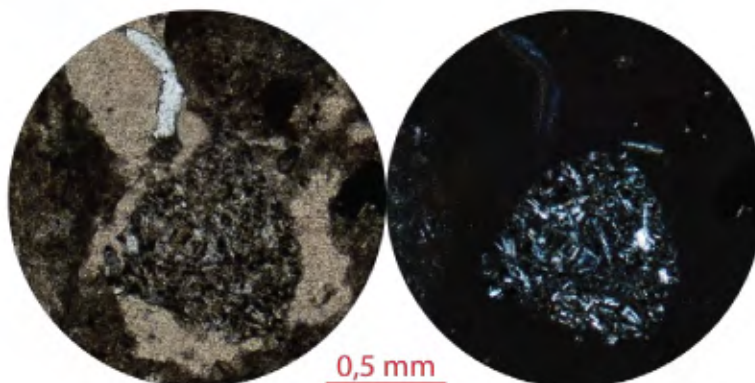
Fragmentos piroclásticos

Pumíticos gris claro (3%), amorfos, de 1,3 x 0,6 mm.

Pumíticos gris claro colapsados (5%), de 5,3 x 2,5 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, 0,4 x 0,1 mm, con zonación discontinua y maclas de Karlsbad y vesículas (30%), amorfas, 1,4 x 1,2 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.



Código muestra: 19ME121,5 **Ubicación:** Piezómetro ME – 19, Senara Tempisque, profundidad: 121,5 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris rosada con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, menor a 2 mm, alteración verdosa en los cristales en un 1%. Líticos no reconocibles anaranjados (3 – 5%), angulares, de hasta 3 mm; y negros (2%), subangulares, menores a 1 mm. Lavas grises y moradas (10%), angulares a subredondeadas, de hasta 15 mm, meteorizadas, donde algunas presentan aureola de oxidación. Pómez anaranjada y gris (5%), amorfa, de hasta 40 mm. *Fiammes* grises (10%), de tamaño de hasta 45 x 4 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (62%) compuesta de vidrio café grisáceo a café oscuro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (2%), amorfas, de 0,6 x 0,1 mm. Otras texturas: Glomeroporfirítica con plagioclasa, clinopiroxeno y opacos.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (7%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,7 x 1,3 y 0,3 x 0,2 mm, con zonación discontinua y maclas de Karlsbad e inclusiones de matriz.

Opacos (2%), hipidiomórficos, granulares, de 0,3 x 0,2 mm.

Fragmentos de roca

Líticos anaranjados (8%), angulares, de 3,7 x 2,6 mm.

Lava negra con borde rojizo (15%), angulares, de 4,2 x 2,1 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (5%) y fenocristales de clinopiroxeno (5%), hipidiomórfico, granular, de 0,5 x 0,4 mm y plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, de 0,5 x 0,2 mm, con maclas de Karlsbad y zonación continua.

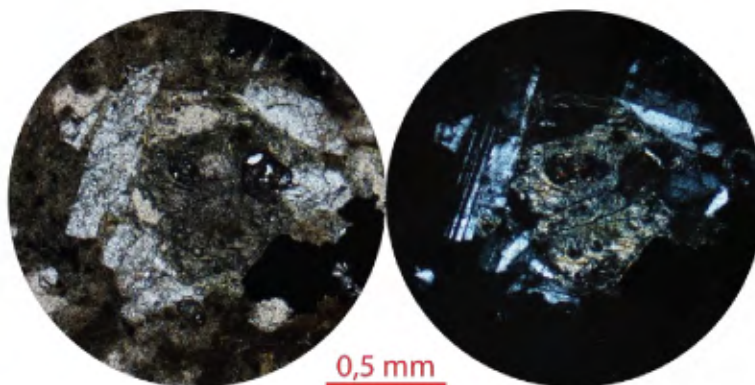
Fragmentos piroclásticos

Pumíticos gris claro (5%), amorfos, de 2,6 x 1,3 mm.

Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 1,3 x 0,6 mm.

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,2 x 0,1 mm.



Código muestra: 19ME129,7 **Ubicación:** Piezómetro ME – 19, Senara Tempisque, profundidad: 129,7 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris-celeste con cristaloclastos de plagioclasa (20%), tabular, menor a 1 mm; y piroxeno (5%), tabular, menor a 1 mm. Lavas grises, moradas y cafés (5%), angulares a subredondeadas, de hasta 6 mm. Obsidiana (5%), subangular a subredondeada, de hasta 5 mm. Pómez blanca y gris (10%), subredondeadas, de hasta 10 mm, algunas con fenocristales de plagioclasa y piroxeno (3%), menores a 1 mm. *Fiammes* de pómez blanca, gris y obsidiana (5%), de hasta 25 x 2 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (78%) compuesta de vidrio amarillo a café oscuro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (7%), amorfas, de 0,3 x 0,3 mm. Otras texturas: Poiquilitica con opacos sobre plagioclasa y glomeroporfírica con plagioclasa, clinopiroxeno y ortopiroxeno.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (10%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,5 x 0,5 y 0,3 x 0,1 mm, con zonación continua y discontinua y maclas simples y de Karlsbad.

Clinopiroxeno (4%), hipidiomórfico, alargado, de 0,5 x 0,4 mm.

Ortopiroxeno (1%), hipidiomórfico, alargado, de 0,6 x 0,1 mm.

Opacos (1%), hipidiomórficos, tabulares, de 0,2 x 0,1 mm.

Fragmentos de roca

Líticos (1%), anaranjados, amorfos, de 2,4 x 1,1 mm.

Lavas (2%), rojizas, angulares, rojizas, de 0,6 x 0,4 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (7%).

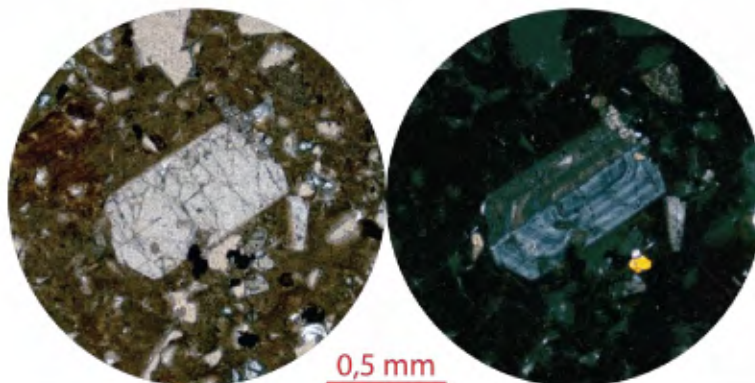
Fragmentos piroclásticos

Pumíticos (2%), café muy oscuro, alargados, de 0,9 x 0,6 mm.

Pumíticos colapsados gris claro (1%), de 1 x 0,6 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,2 x 0,1 mm.



Código muestra: 1-8-4-14 Ubicación: 359578/311788

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz violácea con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, de hasta 2 mm. Lavas verde amarillento (4%), subredondeadas, de hasta 11 mm; y café oscuro (1%), angulares, de hasta 3 mm. Pómez anaranjada (1%), redondeada, de hasta 2 mm. *Fiammes* negros (15%), de hasta 18 x 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (71%) compuesta de vidrio gris a café claro (Sideromelana desvitrificada), trizas vítreas y vesículas (9%), alargadas, de 0,8 x 0,4 mm. Otras texturas: Eutaxítica.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (2%), tabular, hipidiomórfica, con dos generaciones de 1,4 x 0,4 y 0,4 x 0,1 mm, con maclas de Karlsbad, zonación continua.

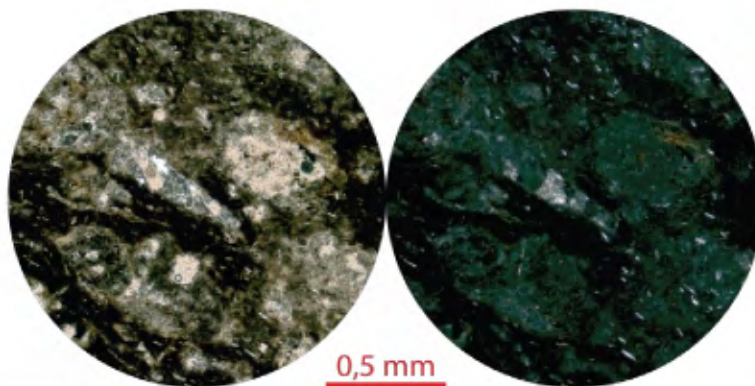
Fragmentos piroclásticos

Pumíticos gris claro (5%), subredondeados, de 0,7 x 0,3 mm.

Pumíticos colapsados negros (12%), isótropos, de 15 x 1 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (20%), con tonos anaranjados por meteorización.

Accesorios

Opacos (< 1%), xenomórficos, tabulares, de 0,4 x 0,2 mm.



Toba La Casona

Código muestra: 10AH38,8 *Ubicación:* Piezómetro AH – 10, Senara Tempisque, profundidad: 38,8 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz café claro con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, 1 mm; y piroxeno (3%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles rojos (5%), angulares, de hasta 20 mm. Lavas andesíticas (20%), angulares, de hasta 30 mm, con fenocristales de plagioclasa (30%), tabular, menor a 1 mm. Obsidiana (5%), amorfa, de hasta 35 mm. Escoria (10%), amorfa, de hasta 80 mm con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, 1 mm. Mala selección con contacto flotante a puntual.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (51%) compuesta de vidrio incoloro a café muy claro (Sideromelana), trizas vítreas y vesículas (14%), subredondeadas, de 0,8 x 0,8 mm.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (11%), xenomórfica a hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,6 x 1 y 0,5 x 0,4 mm, con zonación discontinua y maclas polisintéticas y de Karlsbad.

Clinopiroxeno (3%), xenomórfico, granular, de 1,7 x 1 mm.

Opacos (1%), xenomórficos, granulares, de 0,4 x 0,3 mm.

Fragmentos de roca

Líticos (3%), recristalizados, anaranjados y grises, de 5 x 3,5 mm, y fantasmas de plagioclasa. Otros líticos con microlitos de plagioclasa, y fenocristales de plagioclasa (15%), hipidiomórfica, tabular, de 0,4 x 0,2 mm, con maclas de Karlsbad y zonación continua, y clinopiroxeno (2%), xenomórfico, de 0,2 x 0,1 mm; además de vesículas (8%), amorfas, de 0,2 x 0,2 mm.

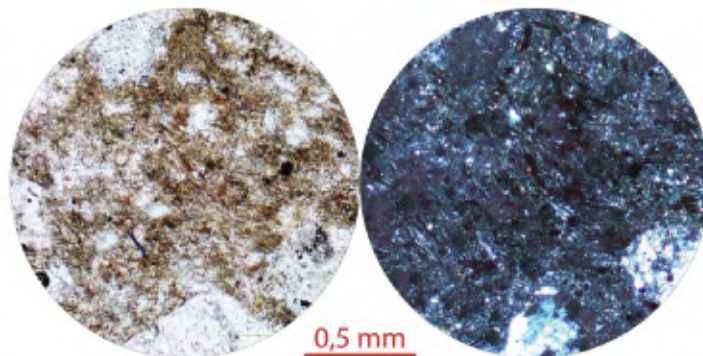
Lava (5%), angular, de 5,6 x 3,6 mm, con microlitos de plagioclasa orientados y fenocristales de plagioclasa (4%), hipidiomórfica, alargada, de 0,3 x 0,1 mm, con maclas de Karlsbad y zonación continua y clinopiroxeno (2%), idiomórfico, granular, de 0,3 x 0,2 mm.

Fragmentos piroclásticos

Escoria (7%), amorfa, de 1,1 x 0,9 mm, con vesículas (40%), alargadas, de 0,3 x 0,2 mm.

Pumíticos (15%), café rojizo (hematización), con vesículas (80%), alargadas, 0,4 x 0,2 mm. Algunas tienen fenocristales de clinopiroxeno (2%), hipidiomórfico, granular, de 0,5 x 0,2 mm y plagioclasa (4%), hipidiomórfica, alargada, de 0,9 x 0,2 mm.

Fiammes de escoria (4%), café rojizo, de 4,7 x 1,2 mm, con feldespatos muy arcillitizados (20%), xenomórficos, alargados, de 0,3 x 0,1 mm.



Código muestra: 10AH45,3 **Ubicación:** Piezómetro AH – 45,3, Senara Tempisque, profundidad: 45,3 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz negra con cristaloclastos de plagioclasa (7%), tabular, de hasta 2 mm. Líticos no reconocibles amarillos claro (15%), subangulares, de hasta 30 mm. *Fiammes* rojos (70 – 35%), de hasta 45 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto puntual a lineal.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (65%) compuesta de vidrio café oscuro (Desvitrificado), con trizas vítreas y vesículas (12%), amorfas, 1,4 x 0,5 mm. Otras texturas: Poiquilitica con clinopiroxeno en fenocristales de plagioclasa, cribosa, y glomeroporfirítica con plagioclasa, clinopiroxeno y opacos.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (12%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de crecimiento 3,1 x 1,8 mm y 0,5 x 0,3 mm, con zonación discontinua, y maclas de Karlsbad.

Ortopiroxeno (2%), hipidiomórfico, tabular, de 1,1 x 0,6 mm.

Clinopiroxeno (4%), xenomórfico, tabular, de 0,8 x 0,5 mm.

Opacos (2%), xenomórficos, tabulares, de 0,4 x 0,2 mm.

Fragmentos de roca

Líticos recristalizados (8%), angulares, de 3,7 x 2,5 mm.

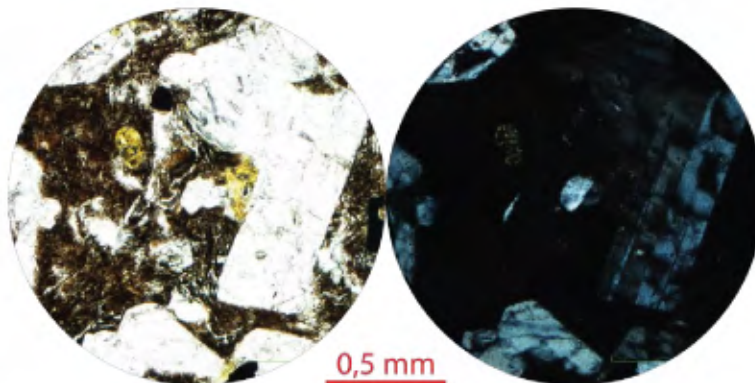
Lava gris claro (2%), amorfa, de 2,3 x 1 mm, con microlitos de feldespatos no orientados (5%) y fenocristales de plagioclasa (10%), idiomórfica, tabular, de 0,2 x 0,02 mm, con maclas de Karlsbad y zonación discontinua.

Fragmentos piroclásticos

Pumíticos (5%), café rojizo, de 5 x 3,8 mm, con glomeroporfiritos de plagioclasa y clinopiroxeno y fenocristales de plagioclasa (10%), idiomórfica, tabular, de 0,8 x 0,4 mm, y maclas de Karlsbad, y clinopiroxeno (1%), hipidiomórfico, granular, de 0,1 x 0,1 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.



Código muestra: 3ME84,9 **Ubicación:** Piezómetro ME – 3, Senara Tempisque, profundidad: 84,9 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz café oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (2%), granular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (15%), angulares, de hasta 8 mm; y blancos (6%), redondeados, de 3 mm. Obsidiana (4%), alargada, de hasta 3 mm. Escoria (15%), angulares, de hasta 50 mm. *Fiammes* de escoria (20%), de hasta 40 x 5 mm. Mala selección, con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (70%) compuesta de vidrio café claro (Taquilítico), trizas vítreas, microlitos de plagioclasa sin orientación (2%) y vesículas (3%), amorfas, de 8 x 3 mm. Otras texturas: Glomeroporfirítica con plagioclasa y opacos.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (3%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,9 x 0,3 y 0,4 x 0,1 mm, con zonación discontinua, maclas de Karlsbad y polisintéticas.

Fragmentos de roca

Líticos anaranjados (11%), angulares, de 3,7 x 2,2 mm.

Fragmentos piroclásticos

Escoria anaranjado fuerte (<1%), angular, de 0,8 x 0,6 mm, con vesículas (25%), redondeadas, de 0,2 x 0,1 mm.

Pumíticos grises (9%), alargados, de 8 x 2 mm.

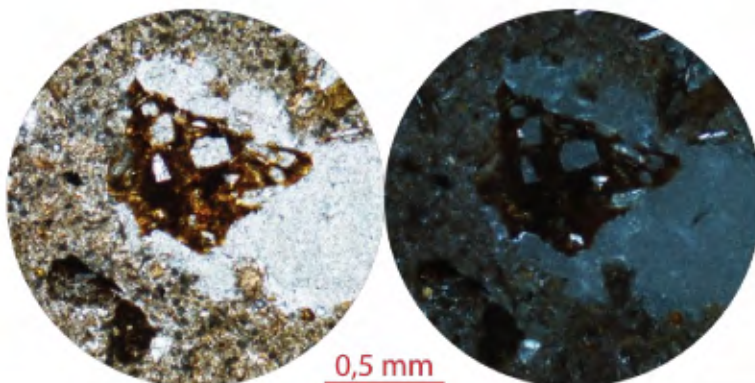
Pumíticos café (3%), alargados, de 2,4 x 1 mm.

Fragmentos de vidrio café claro (3%), angulares, de 2,2 x 1,4 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (7%).

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,5 x 0,3 mm.



Código muestra: 16CU39,94 **Ubicación:** Piezómetro CU – 16, Senara Tempisque, profundidad: 39,94 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz café a anaranjado intenso con líticos no reconocibles grises y blancos oxidados. Lavas (<1%), angulares, de hasta 100 mm. Escoria (30 – 20%), amorfa, de hasta 150 mm, con plagioclasa meteorizada. *Fiammes* negros (15%), de hasta 60 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de 2 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (50%) compuesta de vidrio amarillo oscuro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (6%), amorfas, 0,5 x 0,3 mm. Otras texturas: Glomeroporfirítica con fenocristales de plagioclasa, clinopiroxeno y ortopiroxeno.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (12%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 2,9 x 1,7 mm y 0,4 x 0,2 mm, con maclas polisintéticas, de Karlsbad, y zonación discontinua.

Clinopiroxeno (2%), xenomórfico, hexagonal, de 0,6 x 0,6 mm.

Ortopiroxeno (1%), tabular, hipidiomórfico, de 0,4 x 0,2 mm.

Opacos (1%), hipidiomórficos, granulares, de 0,2 x 0,2 mm.

Fragmentos de roca

Lava gris claro (<1%), angular, de 1,4 x 1,2 mm, con microlitos de feldespatos orientados (10%).

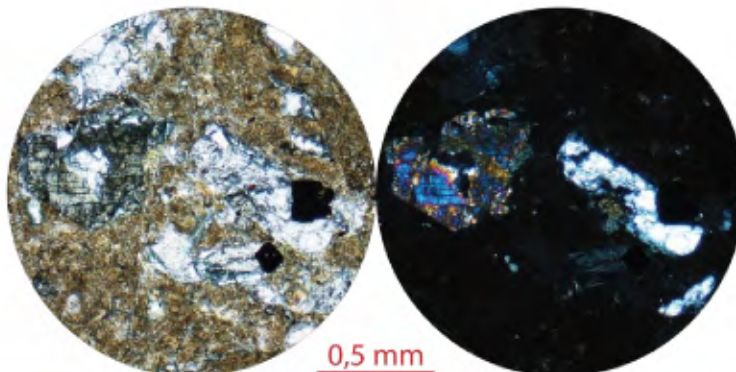
Fragmentos piroclásticos

Pumíticos anaranjado claro (22%), alargados, de 2,1 x 1,2 mm, con glomeroporfiritos de plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno y opacos; plagioclasa (5%), xenomórfica, tabular, de 0,9 x 0,4 mm, con zonación discontinua; clinopiroxeno (1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,2 x 0,1 mm, ortopiroxeno (2%), hipidiomórfico, tabular, de 0,3 x 0,2 mm y opacos (1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,3 x 0,2 mm.

Pumíticos anaranjado claro colapsados (7%), de 3,6 x 1,6 mm, con fenocristales de plagioclasa (40%), hipidiomórfica, tabular, 0,4 x 0,1 mm, con zonación discontinua y arcillitización.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.



Código muestra: 16CU49,14 **Ubicación:** Piezómetro CU – 16, Senara Tempisque, profundidad: 49,14 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris café con líticos no reconocibles blancos (2%), angulares, de hasta 7 mm; y rojos (<1%), angulares, de hasta 4 mm. Lava gris andesítica (4%), angular, de hasta 9 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de 1 mm. Obsidiana (1%), alargada, de hasta 5 x 2 mm. Escoria café (15%), amorfa, de hasta 18 x 15 mm; y escoria negra (20%), subredondeada, de hasta 45 x 21 mm. Mala selección con contacto flotante a puntual.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (36%) compuesta de vidrio café claro a amarillo oscuro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (13%), subredondeadas, de 0,5 x 0,3 mm.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (2%), tabular, hipidiomórfica, de 1,4 x 0,9 mm, con maclas polisintéticas y zonación continua.

Fragmentos de roca

Líticos (10%), angulares, de 3,4 x 2,1 mm, arcillitizados y recristalizados, con bordes anaranjados y fenocristales de plagioclasa (10%), hipidiomórfica, tabular, de 0,3 x 0,2 mm, con maclas polisintéticas y zonación discontinua. Algunos con epidota.

Lavas gris claro (1%), angulares, de 0,9 x 0,7 mm, con borde anaranjado y microlitos de plagioclasa orientados.

Fragmentos piroclásticos

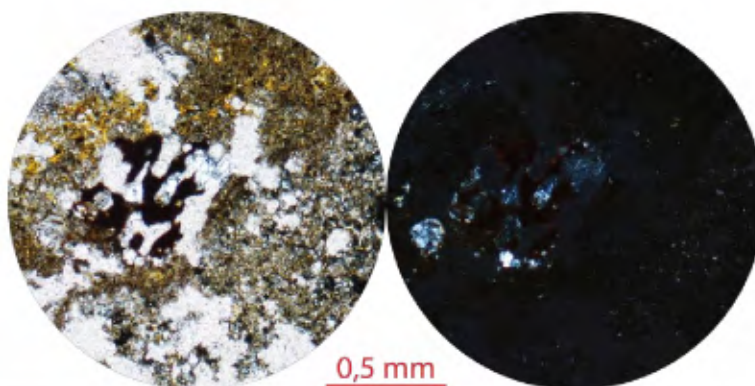
Escoria café oscuro (6%), angular, de 0,8 x 0,6 mm, con vesículas (30%), subredondeadas, de 0,1 mm.

Fiammes escoriáceos café claro (30%), de 3,2 x 1,8 mm, con vesículas (60%), alargadas, de 1,7 x 0,4 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.

Opacos (<1%), hipidiomórficos, tabulares, de 1,6 x 0,8 mm.



Código muestra: 18CU39,5 **Ubicación:** Piezómetro CU – 18, Senara Tempisque, profundidad: 39,5 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz café oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (5 – 3%), angulares, de hasta 10 mm. Lavas (5%), angulares, de hasta 10 mm, meteorizadas. Obsidiana (5%), angular, de hasta 5 mm, con plagioclasa. Escoria (20%), amorfa, hasta 40 mm, con plagioclasa. Pómez café (5%), amorfa, de hasta 15 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (54%) compuesta de vidrio amarillo oscuro a café claro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (5%), subredondeadas, de 1,4 x 1 mm. Otras texturas: Glomeroporfirítica con plagioclasa y clinopiroxeno.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (7%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de crecimiento de 2,5 x 1,5 y 0,4 x 0,1 mm, con maclas polisintéticas y Karlsbad, y con zonación continua y discontinua.

Clinopiroxeno (2%), xenomórfico, tabular, de 0,8 x 0,5 mm.

Ortopiroxeno (1%), xenomórfico, tabular, de 0,4 x 0,3 mm.

Opacos (2%), hipidiomórficos, granulares, de 0,4 x 0,2 mm.

Fragmentos de roca

Líticos anaranjados (2%), angulares, de 2,5 x 0,9 mm, con arcillitización.

Lava gris claro (6%), alargada, de 3,1 x 2,5 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (3%) y fenocristales de plagioclasa (8%), hipidiomórfica, tabular, de 0,4 x 0,1 mm, con maclas simples y clinopiroxeno (4%), hipidiomórfico, granular, de 0,3 x 0,2 mm.

Fragmentos piroclásticos

Escoria café oscuro (12%), angular, de con vesículas (50%), subredondeadas, de 0,6 x 0,5 mm y fenocristales de plagioclasa (15%), hipidiomórfica, tabular, de 0,1 x 0,1 mm, con zonación discontinua.

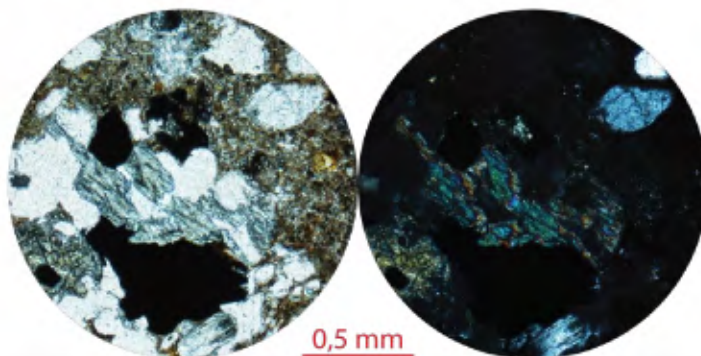
Pumíticos gris claro (11%), amorfos, de 11 x 4 mm, con fenocristales de plagioclasa (3%), xenomórfica, tabular, de 0,7 x 0,3 mm, con zonación continua, muy meteorizada.

Pumíticos colapsados (3%), anaranjado claro, de 2 x 0,7 mm.

Fragmentos de vidrio rosados (1%), redondeados, de 3,1 x 3,1 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,2 x 0,1 mm.



Código muestra: 1CN45,5 **Ubicación:** Piezómetro CN – 1, Senara Tempisque, profundidad: 45,5 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz café grisáceo con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, menor a 1 mm, con arcillas y algunos cristales con alteración verdosa (<1%). Líticos no reconocibles amarillos, anaranjados y blancos (10%), angulares a subredondeados, de hasta 5 mm. Lavas grises, rojos y cafés (8%), angulares a subredondeadas, de hasta 15 mm. Escoria negra (5%), redondeada, de hasta 10 mm. *Fiammes* negros de posible escoria (10%), de hasta 45 mm. Mala selección con contacto flotante a puntual.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (41%) compuesta de vidrio gris oscuro a café claro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (26%), subredondeadas, de 1,2 x 0,8 mm.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (3%), hipidiomórfica, tabular, dos generaciones de 1 x 0,4 mm y otra como microlitos en la matriz, con zonación continua y maclas polisintéticas.

Ortopiroxeno (1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,7 x 0,2 mm.

Fragmentos de roca

Líticos anaranjados (4%), subredondeados, de 1,2 x 0,6 mm.

Lavas anaranjado claro (4%), angulares con bordes redondeados y microlitos de plagioclasa orientados, de 2,3 x 2,4 mm.

Fragmentos piroclásticos

Escoria anaranjada (4%), angular, 3 x 2,4 mm, con vesículas (30%), alargadas, de 0,5 x 0,2 mm.

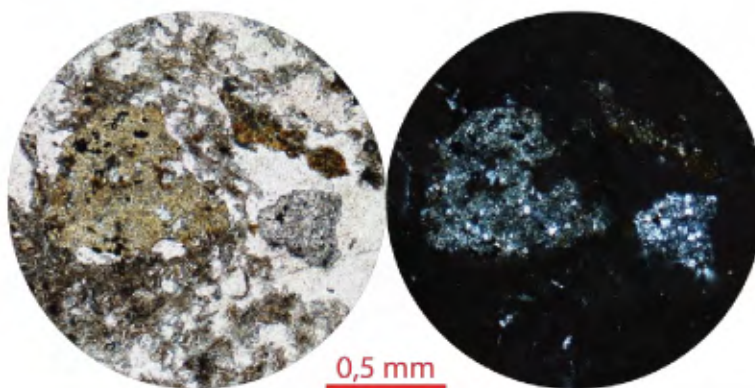
Fiammes de escoria café claro (10%), alargados, de 2,5 x 1,4 mm, con vesículas (40%), amorfas, de 0,7 x 0,5 mm.

Fiammes de escoria (7%), café oscuro, 2 x 0,9 mm, con vesículas (10%), alargadas, de 0,5 x 0,1 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,1 x 0,1 mm.



Código muestra: 1CN49 **Ubicación:** Piezómetro CN – 1, Senara Tempisque, profundidad: 49 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (15 – 10%), tabular, menor a 1 mm, fracturados y/o agrupados, con inclusiones negras; y piroxeno (<1%), granular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (3%), angulares, menor a 1 mm. Pómez amarillo claro y anaranjado claro (5%), subredondeada, de hasta 10 mm y de brillo perlado. *Fiammes* grises y anaranjados (2%), de hasta 5 mm. Buena selección con contacto flotante, además de, fracturas irregulares y desvitrificación.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (75%) compuesta de vidrio incoloro a café claro (Desvitrificado), trizas vítreas, vesículas (5%), angulares, de 0,3 x 0,2 mm y microlitos de plagioclasa. Otras texturas: Poiquilitica con opacos sobre plagioclasa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (4%), hipidiomórfica, tabular, de 2 x 0,8 mm, con zonación discontinua y maclas de Karlsbad.

Clinopiroxeno (1%), xenomórfico, granular, de 0,2 x 0,1 mm.

Opacos (1%), hipidiomórficos, granulares, de 0,3 x 0,2 mm.

Fragmentos de roca

Líticos negros (<1%), con hematita, amorfos, de 0,6 x 0,2 mm.

Lavas gris claro (1%), angulares, de 0,8 x 0,8 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (5%).

Fragmentos piroclásticos

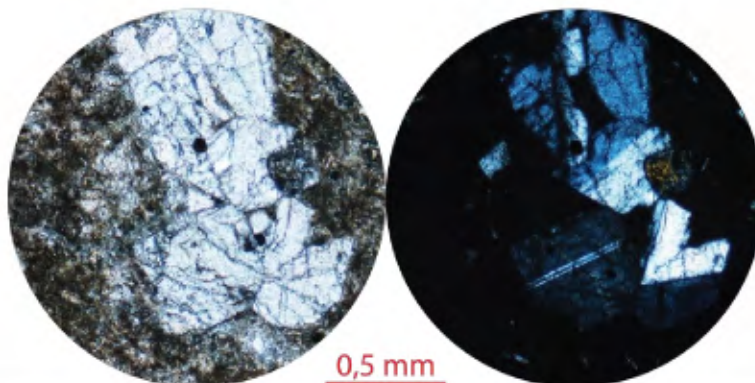
Escoria café oscuro (<1%), irregular, de 0,6 x 0,4 mm, con vesículas (40%), redondeadas, de 0,1 x 0,1 mm.

Pumíticos anaranjados (7%), alargados, arcillitizados, de 2,4 x 2 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (1%).

Pumíticos colapsados café claro (9%), de 2,9 x 1,1 mm, con microlitos de plagioclasa arcillitizada orientados (<1%).

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.



Toba Cuajiniquil

Código muestra: M91 *Ubicación:* 355818/325718.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz blanca con cristaloclastos de plagioclasa (6%), tabular, de 1 mm; y piroxeno (4%), tabular, menor a 1 mm; y vesículas (8%), borde anaranjado, redondeadas, de 3 mm, rellenas de cuarzo. Buena selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (79%), compuesta de vidrio gris claro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (6%), subredondeadas, de 1,3 x 1,1 mm. Otras texturas: Eutaxítica y cribosa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (9%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,7 x 0,4 y 0,7 x 0,2 mm, zonación discontinua y maclas polisintéticas y de Karlsbad.

Clinoanfíbol (<1%), xenomórfico, tabular, de hasta 0,6 x 0,4 mm.

Cuarzo corroído (<1%), xenomórfico, sin hábito reconocible, de hasta 0,7 x 0,4 mm.

Fragmentos de roca

Líticos amarillo claro (2%), angulares, de 1,3 x 0,8 mm.

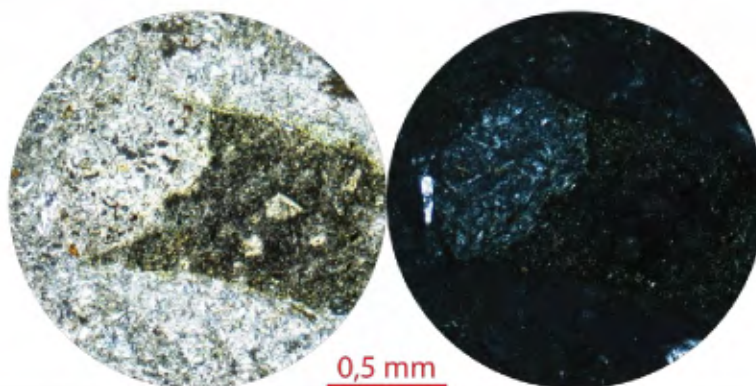
Fragmentos piroclásticos

Pumíticos gris claro (9%), amorfos, de 9 x 4 mm, con fenocristales de plagioclasa (4%), xenomórfico, tabular, de 3 x 1,4 mm y clinopiroxeno (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,9 x 0,3 mm. Textura poiquilítica con plagioclasa y clinopiroxeno.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,2 x 0,03 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, de 0,5 x 0,4 mm.



Código muestra: M92 **Ubicación:** 357460/332738.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris claro con lavas andesíticas verdes (8%), angulares, de hasta 12 mm, con fenocristales de plagioclasa (25%), tabular, de hasta 2 mm. Pómez blanca (10%), pasa a rosada por meteorización, amorfa, de hasta 21 x 14 mm. *Fiammes* anaranjados (3%), de hasta 16 x 2 mm. *Fiammes* negros (<1%), de hasta 1 x < 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (80%) compuesta de vidrio gris claro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (10%), alargadas, de 1,5 x 0,6 mm. Otras texturas: Eutaxítica y cribosa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (8%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,5 x 0,7 y 0,3 x 0,2 mm, zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad y fracturada en los bordes.

Minerales secundarios

Zeolitas (<1%), rellenando vesículas amorfas, de 1,4 x 1,2 mm.

Fragmentos de roca

Líticos anaranjados (2%), subredondeados, de 1,1 x 0,7 mm.

Fragmentos piroclásticos

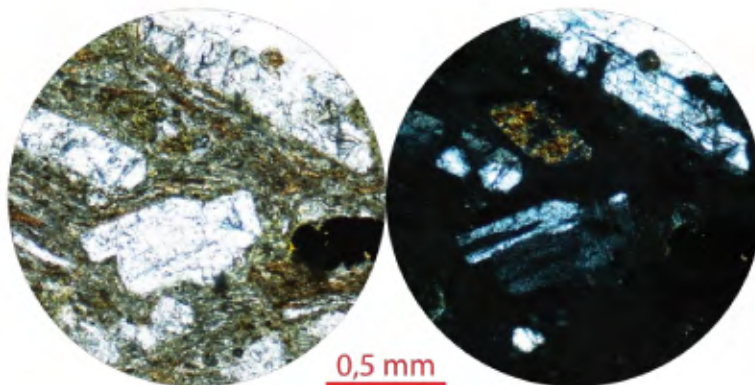
Escoria negra (2%), angular, de 1,5 x 1,1 mm, con borde café y vesículas (12%), alargadas, de 0,3 x 0,1 mm. Pumíticos gris claro (7%), alargados, de 1,9 x 0,6 mm.

Accesorios

Clinoanfíbol (<1%), xenomórfico, sin hábito reconocible, de hasta 0,4 x 0,2 mm.

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,3 x 0,2 mm.



Código muestra: M103 **Ubicación:** 355613/315538.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (6%), tabular, de hasta 2 mm. Líticos no reconocibles negros (<1%), amorfos, de hasta 1 mm. Pómez verde amarillenta (1%), amorfa, de hasta 1 mm; y amarillenta (2%), alargada, de hasta 5 mm. Mediana selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (91%) compuesta de vidrio gris claro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (3%), alargadas, de 2,3 x 0,9 mm. Otras texturas: Eutaxítica con trizas vítreas aplastados y deformados, indicando dirección del flujo.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (2%), xenomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,1 x 0,9 y 0,4 x 0,2 mm, zonación discontinua y maclas polisintéticas.

Fragmentos de roca

Líticos anaranjados (1%), subredondeados, de 0,7 x 0,6 mm.

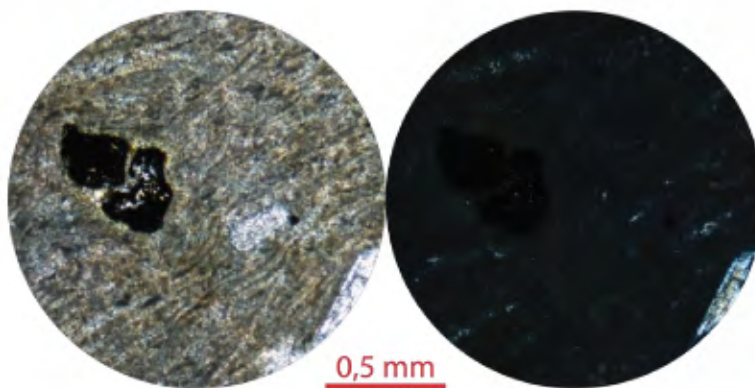
Fragmentos piroclásticos

Escoria negra (<1%), redondeada, de 0,2 x 0,2 mm.

Pumíticos gris claro (5%), recristalizados, alargados, de 8 x 1 mm.

Accesorios

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,6 x 0,4 mm.



Código muestra: 1-31-1-18 **Ubicación:** 355819/325720.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz blanca con cristaloclastos de plagioclasa (6%), tabular, de 2 mm, y vesículas (8%), borde anaranjado, redondeadas, de 3 mm, rellenas de cuarzo. Pómez verde amarillenta (8%), amorfa, de hasta 8 mm. Buena selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (78%) compuesta de vidrio incoloro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (4%), alargadas, de hasta 2,7 x 1,3 mm. Otras texturas: Glomeroporfirítica con ortopiroxeno y opacos, y cumulitos de cuarzo.

Fragmentos de cristales

Cuarzo (2%), xenomórfico, sin hábito reconocible, de hasta 1 x 0,8 mm, en cumulitos y corroído.
Plagioclasa (12%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,4 x 0,1 y 1,7 x 0,6 mm, zonación discontinua y maclas de polisintéticas y de Karlsbad.
Opacos (1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de hasta 0,4 x 0,2 mm.

Fragmentos de roca

Líticos recristalizados (1%), angulares, de hasta 1 x 1 mm.

Fragmentos piroclásticos

Escoria hialina (<1%), subangular, de hasta 0,4 x 0,3 mm, con vesículas (60%), alargadas, de hasta 0,1 x 0,1 mm.

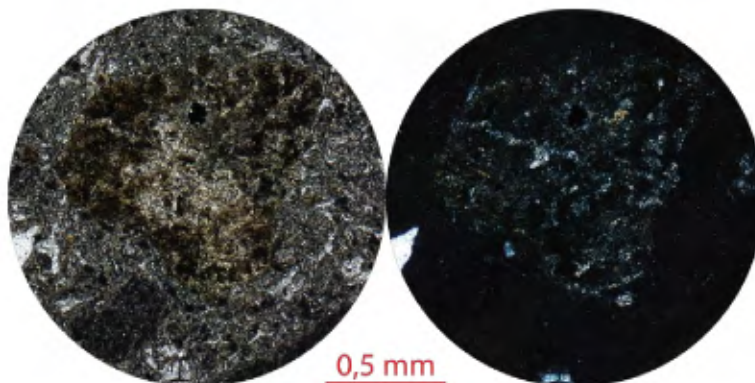
Pumíticos hialinos (4%), alargados, de hasta 1,7 x 0,8 mm.

Fragmentos de vidrio (2%), subredondeado, de hasta 1,4 x 0,8 mm.

Accesorios

Clinoanfíbol (<1%), xenomórfico, sin hábito reconocible, de hasta 0,2 x 0,1 mm.

Ortopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de hasta 0,4 x 0,3 mm.



Litofacies Monte del Barco

Código muestra: M9 Ubicación: 358599/287277.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz café con lavas cafés (10%), angulares, de hasta 50 mm. Pómez grisácea a amarillenta (60%), amorfa, de hasta 150 mm; y también forman *fiammes*, de hasta 30 x 4 mm. Mala selección con contacto puntual.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (57%) compuesta de vidrio café claro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (10%), amorfas, de 3,3 x 1 mm. Otras texturas: Axiolítica, eutaxítica, cribosa y glomeroporfírica con plagioclasa y opacos.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (4%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,6 x 0,7 y 0,2 x 0,1 mm, zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad.

Fragmentos de roca

Lava negra a café oscuro (9%), redondeada, de 4,1 x 3,9 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (18%) y vesículas (40%), amorfas, de 1,1 x 0,7 mm, con bordes de zeolitas.

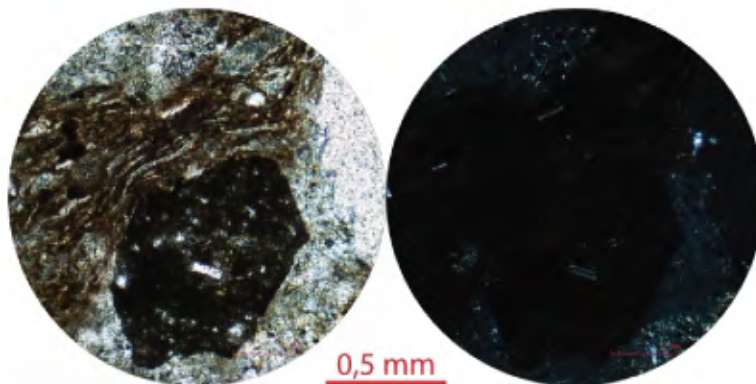
Fragmentos piroclásticos

Pumíticos gris claro (29%), alargados, de 14 x 4 mm. Los más grandes con vesículas (38%), alargadas, de 0,9 x 0,6 mm, plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, de 1,2 x 0,8 mm, con zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad y opacos (<1%), xenomórficos, granulares, de 0,2 x 0,2 mm. Pumíticos negros (2%), alargados, de 3,3 x 0,4 mm, con borde café.

Accesorios

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,03 x 0,03 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, granulares, de 0,4 x 0,3 mm, con borde amarillo.



Código muestra: M10 (2) **Ubicación:** 358599/287277.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris rosado claro con cristaloclastos de plagioclasa (4%), tabular, de 2 mm. Líticos anaranjados (2%), subredondeados, de hasta 8 mm. Lavas gris verdosas (1%), angulares, de hasta 14 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de hasta 2 mm. Pómez gris (8%), alargada, de hasta 16 x 7 mm; y blanca (20%), rosada (meteorizada), amorfa, de hasta 49 x 11 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (79%) compuesta de vidrio gris café claro (Taquilítico), trizas vítreas y vesículas (11%), amorfas, de 1,5 x 1,1 mm. Otras texturas: Cribosa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (4%), hipidiomórfica, tabular, de 0,9 x 0,8 mm, con maclas polisintéticas, de Karlsbad y zonación discontinua.

Fragmentos de roca

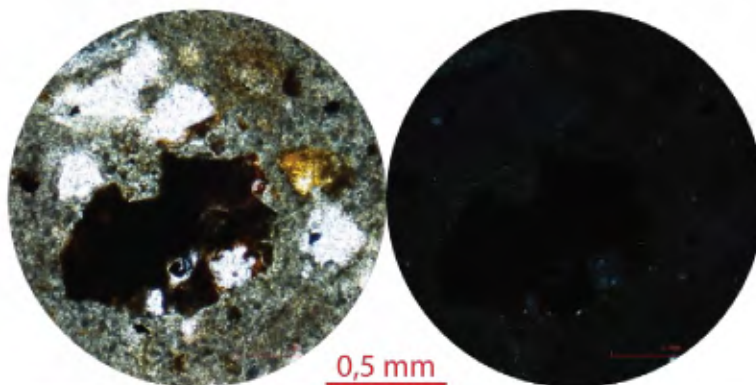
Líticos recristalizados (12%), redondeados, de 6 x 4 mm, con bordes anaranjados.
Lava café (1%), angular, de 0,9 x 0,4 mm, con microlitos de plagioclasa no orientados (8%).

Fragmentos piroclásticos

Escoria café oscuro (3%), amorfa, de 0,7 x 0,5 mm, con vesículas (40%), amorfas, de 0,2 x 0,1 mm.
Pumíticos negros (2%), amorfos, de 0,9 x 0,7 mm, con borde café.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.
Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,4 x 0,2 mm.



Código muestra: M19 **Ubicación:** 358865/287329.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz negro – café con cristaloclastos de plagioclasa (25%), tabular, de 1 mm. Líticos gris oscuro (8%), angulares, de hasta 25 mm. Pómez gris claro (30%), amorfa, de hasta 19 x 10 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (83%) compuesta de vidrio café claro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (26%), subredondeadas a alargadas, de 1,9 x 0,7 mm. Otras texturas: Axiolítica, eutaxítica y glomeroporfirítica con plagioclasa, clinopiroxeno y opacos.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (5%), xenomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,6 x 0,8 y 0,3 x 0,2 mm, zonación discontinua, maclas simples, polisintéticas y de Karlsbad.

Fragmentos piroclásticos

Pumíticos gris claro (9%), alargados, de 5,5 x 0,6 mm, con vesículas (25%), alargadas, de 0,6 x 0,2 mm, recristalizadas.

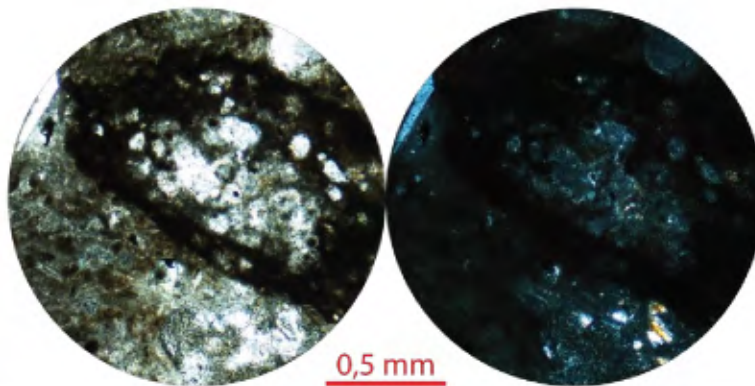
Pumíticos negros (3%), alargados, de 3 x 0,7 mm, con borde café y vesículas (10%), alargadas, de 0,8 x 0,1 mm, recristalizadas.

Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,5 x 0,3 mm.

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,2 x 0,1 mm.



Toba Río Colorado

Código muestra: 18CU24,6 *Ubicación:* Piezómetro CU – 18, Senara Tempisque, profundidad: 24,6 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (6%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles negros (1%), angulares, de hasta 1 mm. Escoria anaranjada (<1%), amorfa, de hasta 2 mm. Pómez anaranjado claro (2%), subredondeada, de hasta 6 x 4 mm. *Fiammes* negros (3%), de hasta 15 x 4 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de 1 mm; y *fiammes* anaranjados (12%), de hasta 16 x 4 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (60%) compuesta de vidrio amarillo a café claro (Sideromelana), trizas vítreas y vesículas (3%), alargadas, de 1,5 x 0,7 mm. Otras texturas: Glomeroporfírica con plagioclasa y clinopiroxeno y poiquilítica con opacos incluidos en plagioclasa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (6%), tabular, hipidiomórfica, con dos generaciones de 2,3 x 1,4 mm y 0,5 x 0,3 mm y maclas polisintéticas y de Karlsbad.

Opacos (2%), hipidiomórficos, tabulares, de 0,5 x 0,3 mm.

Fragmentos de roca

Líticos (5%), café claro, angulares, de 1 x 0,7 mm.

Líticos anaranjados fuertes (5%), subredondeados, de 0,5 x 0,2 mm.

Lavas negras (1%), amorfas, de 1 x 0,7 mm, con fantasmas de fenocristales (40%), alargados, de 0,3 x 0,1 mm.

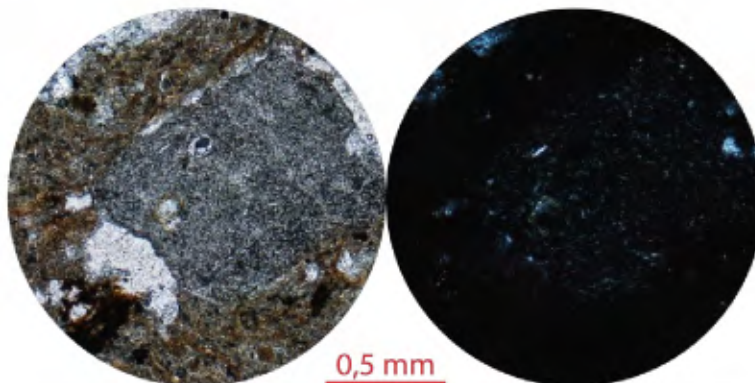
Fragmentos piroclásticos

Pumíticos café anaranjado (9%), subredondeados, de 3,5 x 6 mm, con cumulitos de plagioclasa (4%), hipidiomórfica, tabular, de 1,3 x 0,5 mm, con zonación discontinua.

Pumíticos café anaranjado (11%), colapsados, de 4 x 1,3 mm.

Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), en glomeropórfiros, xenomórfica, tabular, de 0,3 x 0,2 mm.



Código muestra: 18CU29,1 **Ubicación:** Piezómetro CU – 18, Senara Tempisque, profundidad: 29,1 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris anaranjado con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles negros (4%), angulares, de hasta 1 mm. Escoria negra (1%), redondeada, de hasta 4 mm. *Fiammes* negros (1%), de hasta 5 x 2 mm; y anaranjados (25%), de hasta 18 x 4 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (62%) compuesta de vidrio blanco amarillento (Sideromelana), trizas vítreas y vesículas (2%), alargadas, de 2,4 x 1,1 mm. Otras texturas: Poiquilítica con opacos incluidos en fenocristales de clinopiroxeno y cumulitos de plagioclasa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (6%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,7 x 1 mm y 0,2 x 0,1 mm, maclas de Karlsbad y zonación discontinua.

Opacos (2%), hipidiomórficos, tabulares, de 0,4 x 0,2 mm.

Clinopiroxeno (1%), xenomórfico, tabular, 1 x 0,6 mm.

Fragmentos de roca

Líticos negros (1%), amorfos a subangulares, de 1,8 x 1,1 mm, con manchas anaranjados.

Líticos café oscuro (1%), subredondeados, 0,7 x 0,3 mm.

Lavas café claro (1%), angulares, de 0,6 x 0,4 mm; con manchas café y microlitos de feldespatos orientados (6%).

Fragmentos piroclásticos

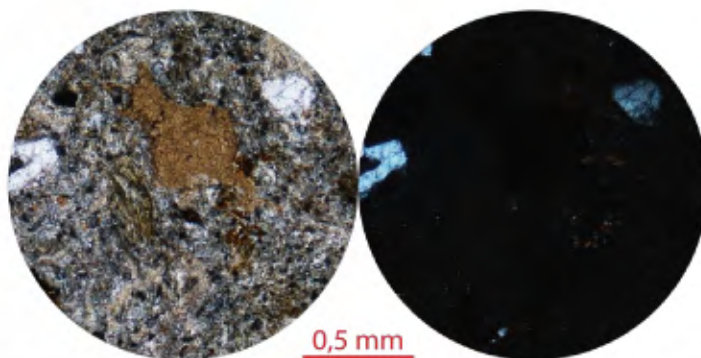
Escoria anaranjado fuerte (<1%), subredondeada, de 0,8 x 0,6 mm, con vesículas (30%), alargadas, de 0,3 x 0,2 mm.

Pumíticos anaranjado claro (11%), alargados, de 3,8 x 2,1 mm, con vesículas (30%), alargadas, de 0,3 x 0,3 mm a 0,5 x 0,2 mm y fenocristales de clinopiroxeno (4%), xenomórfico, de 0,2 x 0,2 mm y plagioclasa (18%), tabular, hipidiomórfica, 0,6 x 0,5 mm.

Pumíticos anaranjados (14%), alargados, 7,3 x 2,2 mm, con vesículas (40%), alargadas, de 0,4 x 0,1 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,2 x 0,1 mm.



Código muestra: 1CN11,35 **Ubicación:** Piezómetro CN – 1, Senara Tempisque, profundidad: 11,35 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris rosada con cristaloclastos de plagioclasa (20%), tabular, de 3 mm; y piroxeno (3%), granular, menor a 1 mm; y epidotización (10 – 15%) de los cristales en la matriz. Líticos no reconocibles anaranjados, oxidados y rojos (5%), angulares, menores a 2 mm. Lavas (5%), subredondeadas, de hasta 25 mm. Obsidiana (2 – 3%), subredondeada, de hasta 5 mm. Pómez gris verdoso (5%), amorfa, de hasta 45 mm. *Fiammes* grises (5%), de hasta 10 mm. Mala selección con contacto flotante a puntual.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (46%) compuesta de vidrio gris a amarillo oscuro (Desvitrificado) y trizas vítreas. Otras texturas: Poiquilítica con opacos sobre plagioclasa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (8%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 2,3 x 0,6 mm y 0,3 x 0,1 mm, y maclas simples y de Karlsbad.

Opacos (1%), hipidiomórficos, granulares, de 0,5 x 0,3 mm.

Fragmentos de roca

Líticos arcillitizados (10%), angulares, de 4,5 x 2,9 mm.

Líticos anaranjados (10%), subredondeados, de 0,5 x 0,2 mm.

Lavas negras (3%), angulares, de 2,6 x 1,5 mm, angulares, con fenocristales de plagioclasa (40%), arcillitizada, idiomórfica, tabular, con maclas de Karlsbad.

Fragmentos piroclásticos

Escoria negra (<1%), angular, de 1,3 x 1,2 mm, con vesículas (60%), angulares, de 1 x 0,6 mm.

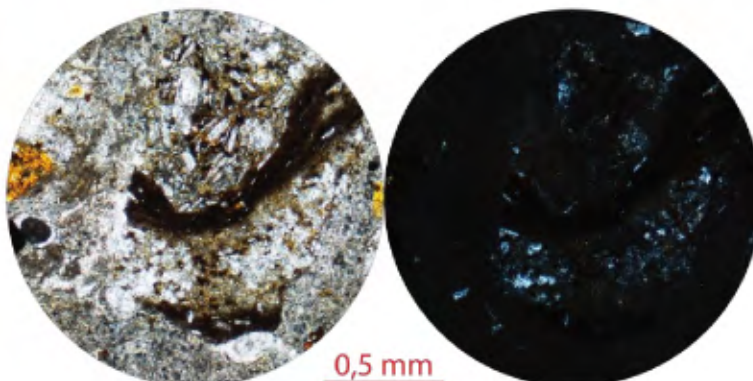
Pumíticos gris claro (1%), subredondeados, de 0,9 x 0,7 mm, con manchas anaranjadas de óxidos.

Pumíticos anaranjados (11%), arcillitizados, de 2,6 x 1,3 mm.

Fantasmas de *fiammes* (10%), de 6,5 x 2,4 mm, con bordes anaranjados y posible arcillitización en los bordes internos.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.



Código muestra: 1CN20,25 **Ubicación:** Piezómetro CN – 1, Senara Tempisque, profundidad: 20,25 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles grises y morados (3%), de angulares a subredondeados, menores a 3 mm. Obsidiana (5%), angular a subredondeada, de hasta 10 mm. Pómez anaranjado claro, rosado y blanco (5%), subredondeada, menores a 2 mm. *Fiammes* anaranjado claro y negro (5%), de hasta 10 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (71%) compuesta de vidrio incoloro a amarillo claro (Sideromelana), trizas vítreas y vesículas (3%), alargadas, de 1,5 x 0,7 mm. Otras texturas: Poiquilítica con opacos sobre plagioclasa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (7%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,6 x 0,4 y 0,2 x 0,1 mm, con maclas de Karlsbad y zonación discontinua.

Opacos (1%), hipidiomórficos, granulares, de 0,3 x 0,2 mm.

Fragmentos de roca

Líticos anaranjados fuertes (4%), subredondeados, de 0,5 x 0,2 mm.

Lavas gris claro (3%), redondeadas, de 1,1 x 1,1 mm, con microlitos de plagioclasa (20%) orientados.

Fragmentos piroclásticos

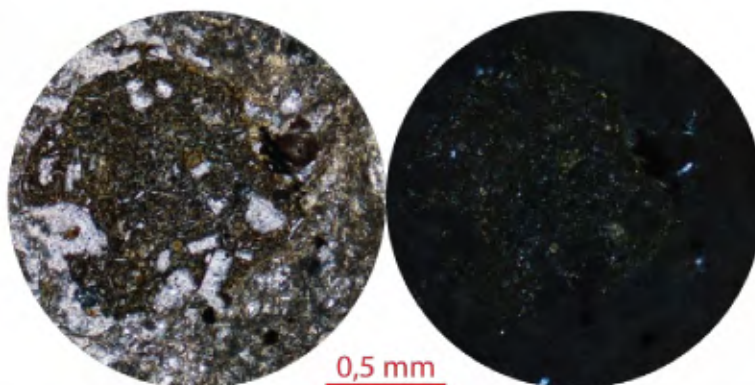
Escoria anaranjado claro (<1%), angular, de 1,1 x 0,9 mm, con vesículas (20%), alargadas, de 0,4 x 0,2 mm.

Pumíticos gris claro (6%), angulares, de 0,5 x 0,3 mm.

Pumíticos gris muy claro a incoloros colapsados (6%), de 1,7 x 0,3 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.



Código muestra: 19ME102,3 **Ubicación:** Piezómetro ME – 19, Senara Tempisque, profundidad: 102,3 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris con cristaloclastos de plagioclasa (15 – 10%), tabular, menor a 2 mm. Líticos no reconocibles grises y negros (5%), subangulares, de hasta 5 mm. Pómez anaranjada y café clara (7%), subredondeada a amorfas, de hasta 10 mm, con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, menor a 2 mm. Manchas de óxidos (1 – 2%), subredondeadas, menores a 2 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (72%) compuesta de vidrio amarillo a café claro (Taquilítico), trizas vítreas y vesículas (9%), alargadas, de 3,9 x 2,7 mm. Otras texturas: Poiquilitica con opacos incluidos en fenocristales de plagioclasa. Manchas anaranjadas en la matriz.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (7%), idiomórfica a hipidiomórfica, tabular, de 1,2 x 0,8 mm, con maclas polisintéticas y zonación discontinua.

Fragmentos de roca

Líticos gris claro (2%), subredondeados, de 0,7 x 0,3 mm.

Lava café oscuro (5%), angular, de 1,8 x 1,6 mm, con microlitos de feldespatos no orientados (10%).

Fragmentos piroclásticos

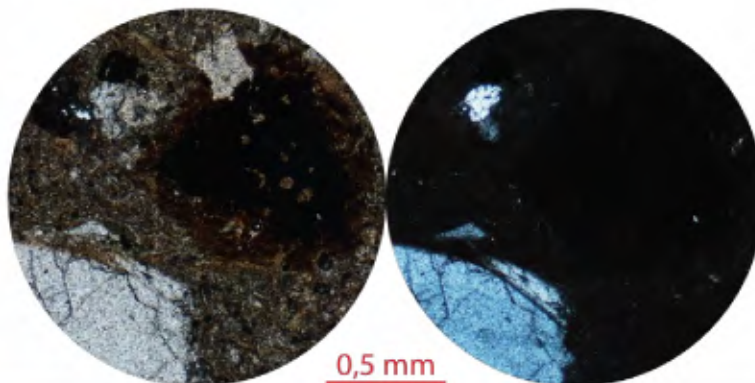
Escoria anaranjada (2%), angular, de 0,7 x 0,5 mm, con vesículas (35%), subredondeadas, de 0,1 x 0,1 mm.

Pumíticos gris claro (3%), redondeados de 0,2 x 0,2 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,3 x 0,1 mm.

Opacos (<1%), xenomórfica, sin hábito reconocible, de 0,3 x 0,2 mm.



Código muestra: 4ME42,9 **Ubicación:** Piezómetro ME – 4, Senara Tempisque, profundidad: 42,9 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz café grisácea con cristaloclastos de plagioclasa (5 – 3%), tabular, menor a 2 mm. Lavas meteorizadas (2 – 3%), grises, moradas y negras, angulares a subredondeadas, de hasta 5 mm. Pómez café grisácea (5%), amorfa, de hasta 15 mm; y pómez amarillo claro y anaranjada (8 – 10%), amorfa, de hasta 20 mm. Las más grandes tienen fenocristales de plagioclasa (5 – 10%), tabular, menor a 2 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (58%) compuesta de vidrio blanco grisáceo (Sideromelana), trizas vítreas y vesículas (5%), amorfas, de 1,4 x 1,2 mm. Otras texturas: Poiquilitica con vidrio en fenocristales de plagioclasa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (6%), hipidiomórfica, tabular, de 1,2 x 1 mm, con maclas de Karlsbad con zonación discontinua. Opacos (1%), hipidiomórficos, granulares, de 0,4 x 0,2 mm.

Fragmentos de roca

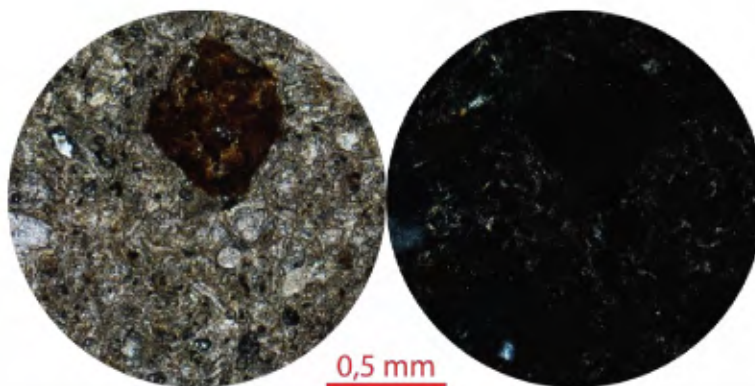
Líticos anaranjado claro (5%), angulares, de 1 x 0,6 mm, arcillitizados. Lavas (4%), angular, café (arcillitizada) y negra (sana), de 1,2 x 0,9 mm, con microlitos de feldespatos orientados (5%).

Fragmentos piroclásticos

Escoria (6%), café (arcillitizada) y negra (sana), angular, de 4 x 3,3 mm, con vesículas (70%), alargadas – angulares, de 0,8 x 0,7 mm. Pumíticos gris claro (16%), subredondeados a alargados, de 0,7 x 0,5 mm a 4,3 x 1,5 mm, café por alteración.

Accesorios

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.



Código muestra: 4-7-5-15 Ubicación: 392971/272714

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles grises (15%), angulares, de hasta 6 mm; y anaranjados (4%), angulares, de hasta 3 mm. Escoria negra (1%), amorfa, de hasta 8 x 3 mm. *Fiammes* negros (4%), de hasta 7 x 2 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura piroclástica, con matriz (63%) compuesta de vidrio café claro a oscuro (Taquilítico) y vesículas (12%), alargadas, de 1,5 x 0,7 mm. Otras texturas: Eutaxítica y glomeroporfirítica con fenocristales de clinopiroxeno, opacos y plagioclasa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (5%), hipidiomórfica a xenomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,7 x 0,4 y 0,4 x 0,2 mm, con zonación discontinua y maclas polisintéticas.

Clinopiroxeno (1%), xenomórfico, granular, de 0,8 x 0,4 mm.

Opacos (1%), hipidiomórficos, granulares, de 0,3 x 0,3 mm.

Fragmentos de roca

Líticos anaranjados fuertes (3%), subredondeados, de 0,5 x 0,2 mm.

Lavas anaranjados fuertes (1%), amorfas, de 1 x 0,6 mm, con microlitos de plagioclasa (30%), orientados y fenocristales de plagioclasa (20%), hipidiomórfica, tabular, de 0,3 x 0,2 mm.

Fragmentos piroclásticos

Escoria café oscuro (8%), subredondeada, de 0,8 x 0,5 mm, con vesículas (40%), redondeadas, de 0,1 x 0,1 mm.

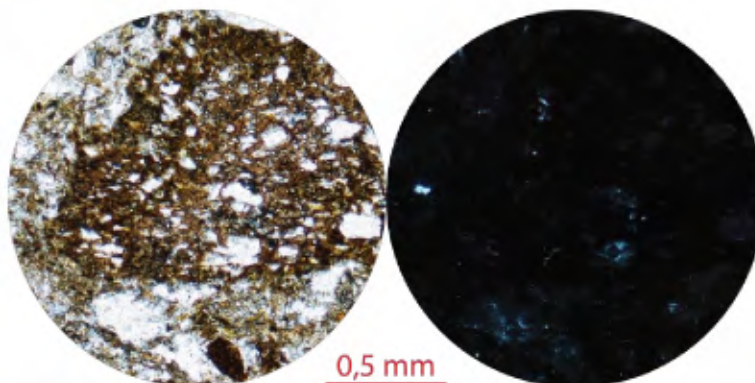
Pumíticos grises (3%), angulares, de 0,9 x 0,4 mm, algunas veces contienen manchas anaranjadas.

Pumíticos grises colapsados (8%), de 6,6 x 3,8 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), hipidiomórfica a xenomórfica, tabular, de 0,3 x 0,1 mm.

Pumíticos anaranjados (7%), de 3,5 x 1,5 mm, arcillitizados, con vesículas (40%), angulares, de 0,4 x 0,3 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.



Código muestra: 3-6-5-15 Ubicación: 394229/278500

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (12%), tabular, de 2 mm. Líticos negros (8%), angulares, de hasta 9 mm. Escoria negra (2%), amorfa, de hasta 7 mm. Pómez anaranjada (7%), amorfa, de hasta 4 mm. *Fiammes* negros (2%), de hasta 9 x 2 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura piroclástica, con matriz (56%) compuesta de vidrio gris a amarillo claro (Sideromelana) y vesículas (5%), alargadas con superficies amorfas, de 1,3 x 0,5 mm. Otras texturas: Glomeroporfirítica con clinopiroxeno, plagioclasa y opacos.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,1 x 0,7 y 0,3 x 0,3 mm, con zonación discontinua y maclas de Karlsbad.

Clinopiroxeno (1%), xenomórfico, granular, de 0,7 x 0,5 mm, sólo en glomeroporfiritos.

Fragmentos de roca

Líticos anaranjado fuerte (6%), redondeados, arcillitizados, de 2,5 x 1,9 mm.

Lavas negras (4%), angulares, de 2,4 x 1,7 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (32%) y fenocristales de plagioclasa (10%), idiomórfica, tabular, de 0,5 x 0,2 mm.

Fragmentos piroclásticos

Escoria negra (2%), angular, de 1,6 x 1 mm, con vesículas (80%), redondeadas, de 0,3 x 0,3 mm.

Pumíticos anaranjado fuerte (<5%), redondeados, de 0,3 x 0,3 mm.

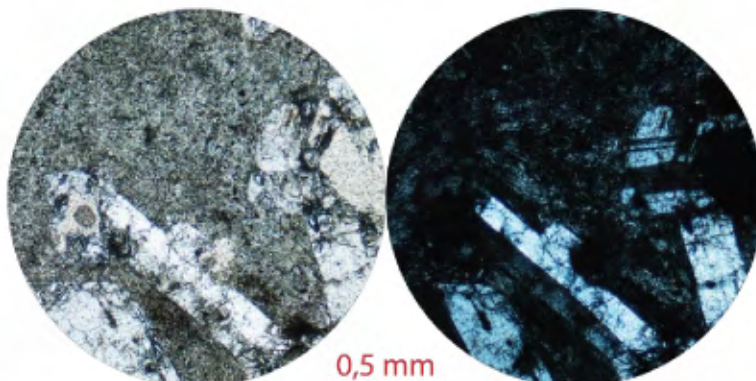
Pumíticos anaranjados colapsados (11%), de 23 x 6 mm, con fenocristales de plagioclasa (15%), idiomórfica, tabular, de 0,9 x 0,5 mm, con maclas de Karlsbad y zonación discontinua, y vesículas (5%), amorfas, de 3,4 x 2,5 mm.

Fantasmas de *fiammes* anaranjados (9%), de 3,1 x 1 mm, con bordes fibrosos.

Accesorios

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.

Opacos (<1%), hipidiomórficos, tabulares, de 0,4 x 0,1 mm.



Código muestra: 2-22-4-15 Ubicación: 383286/276817

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm. Líticos negros y anaranjados (4%), angulares, de hasta 17 mm. Lavas anaranjadas (3%), redondeadas, de hasta 3 mm. Pómez blanca (5%), amorfa, de hasta 15 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (68%) compuesta de vidrio café claro (Taquilítico), trizas vítreas y vesículas (13%), alargadas de bordes amorfas, de 1,9 x 1 mm. Otras texturas: Eutaxítica.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (12%), tabular, hipidiomórfica, con dos generaciones de 2,3 x 1,2 mm y 0,5 x 0,2 mm, con maclas de Karlsbad y zonación discontinua y continua.

Clinopiroxeno (2%), hipidiomórfico, granular, de 0,6 x 0,4 mm.

Opacos (1%), hipidiomórficos, granulares, de 0,3 x 0,3 mm.

Fragmentos de roca

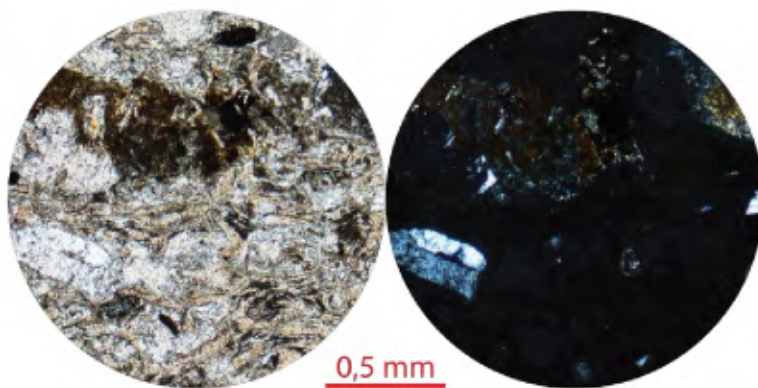
Líticos anaranjados fuertes (8%), arcillitizados, redondeados, de 3,1 x 2,3 mm.

Lava gris claro (9%), redondeadas, de 20 x 12 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (2%) y fenocristales de plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, de 0,8 x 0,6 mm, con maclas de Karlsbad y zonación discontinua, formando glomeroporfiritos con otra plagioclasa y clinopiroxeno y clinopiroxeno (1%), xenomórfico, tabular, de 0,6 x 0,2 mm.

Accesorios

Calcedonia (<1%), en agregados redondeados, de 0,6 x 0,6 mm.

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.



Código muestra: 1-28-3-14 Ubicación: 351990/288608

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz negra con cristaloclastos de plagioclasa (15%), tabular, de 2 mm. Pómez anaranjada (4%), amorfa, de hasta 2 mm; y verde amarillenta (5%), amorfa, de hasta 2 mm. Buena selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (73%) compuesta de vidrio café claro (Taquilítico), trizas vítreas y vesículas (2%), subredondeadas, de 0,4 x 0,2 mm. Otras texturas: Eutaxítica, cribosa y glomeroporfirítica con plagioclasa, clinopiroxeno y opacos.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (6%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 2,1 x 0,9 y 0,5 x 0,3 mm, con zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad.

Clinopiroxeno (2%), hipidiomórfico, tabular, de 1 x 0,5 mm.

Opacos (1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,3 x 0,3 mm.

Fragmentos piroclásticos

Escoria negra (<1%), angular, de 0,5 x 0,4 mm, con borde café y vesículas (20%), angulares, de 0,1 x 0,1 mm.

Pumíticos gris claro (8%), alargados, de 2,1 x 1,2 mm, con borde café.

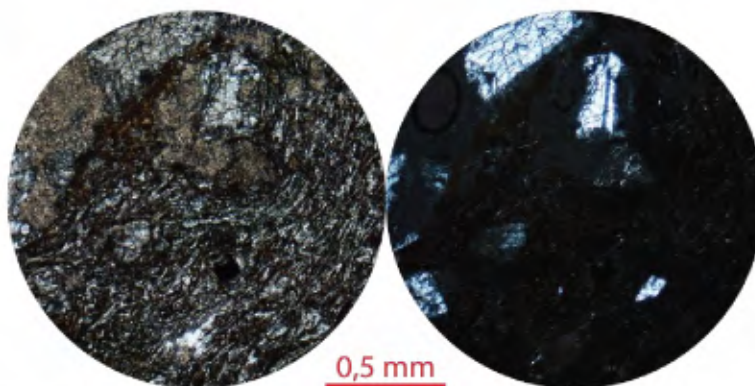
Pumíticos café (10%), alargados, de 5,7 x 2,7 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, de 0,7 x 0,3 mm, con maclas de Karlsbad, y opacos (2%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,3 x 0,2 mm.

Fragmentos de vidrio (<1%), amorfos, de 1 x 0,5 mm.

Accesorios

Ortopiroxeno (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,5 x 0,2 mm.

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.



Código muestra: Ma-4 Ubicación: 367191/304786

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (8%), tabular, de hasta 1 mm. Líticos no reconocibles anaranjados (10%), redondeados, de hasta 2 mm; y blancos (3%), redondeados, de hasta 3 mm. Lavas negras (4%), subangulares, de hasta 22 mm. Pómez verde amarillenta (1%), redondeada, menor a 1 mm. *Fiammes* rosados (4%), de hasta 22 x 4 mm; y gris oscuro (8%), de hasta 15 x 3 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura piroclástica, con matriz (87%) compuesta de vidrio gris claro (Desvitrificado) y vesículas (13%), alargadas, de 2,5 x 0,9 mm.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (2%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,4 x 0,4 y 0,6 y 0,2 mm, zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad.

Fragmentos de roca

Líticos recristalizados (2%), subredondeados, de 0,9 x 0,5 mm.

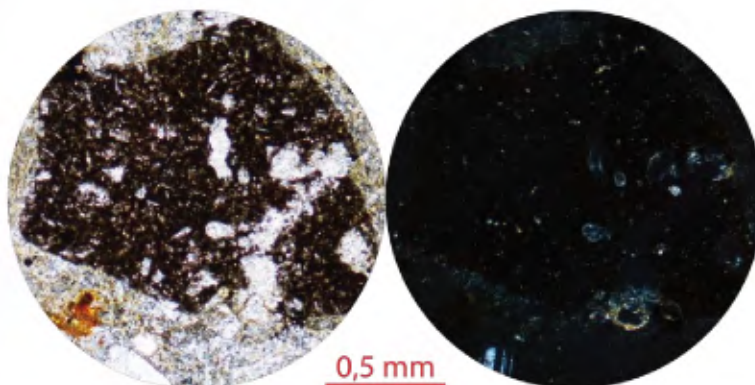
Fragmentos piroclásticos

Escoria anaranjado fuerte (2%), angular, de 3,4 x 3,1 mm, con vesículas (60%), angulares, de 1,2 x 0,8 mm. Pumíticos gris claro (4%), alargados, de 3,7 x 2,6 mm, con algunas fibras anaranjadas. Fragmento de vidrio gris oscuro (1%), angular, de 1,7 x 1,6 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,03 x 0,03 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,3 x 0,2 mm.



Toba Cañas

Código muestra: M78 Ubicación: 411848/273437.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz café claro (mojado) con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles rojos (1%), subredondeados, de hasta 8 mm. Lavas negras (8%), angulares, de hasta 2 mm. Pómez blanca (30%), amorfa, de hasta 15 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (47%) compuesta de vidrio gris claro (Desvitrificado) y trizas vítreas. Manchas de óxidos anaranjado fuerte

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (3%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,8 x 0,3 y 0,2 x 0,1 mm, zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad.

Fragmentos de roca

Líticos recristalizados (<1%), angulares, gris claro, de 2 x 1,4 mm.

Lava café muy claro (2%), angular, de 2,9 x 1,4 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (20%) y fenocristales de plagioclasa (4%), idiomórfica, tabular, de 0,3 x 0,1 mm, con maclas de Karlsbad.

Fragmentos piroclásticos

Escoria anaranjada fuerte (1%), alargada, de 0,5 x 0,4 mm, con vesículas (20%), alargadas, de 0,2 x 0,1 mm.

Escoria negra (1%), subangular, de 1,6 x 1,2 mm, con vesículas (75%), alargadas, de 0,5 x 0,4 mm.

Pumíticos gris (45%), alargados, de 4,2 x 3 mm.

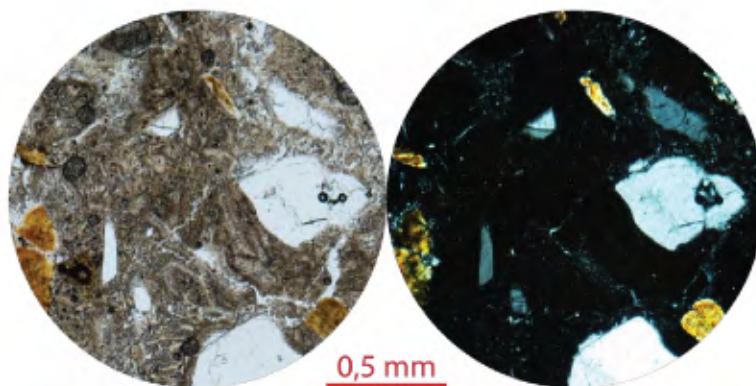
Accesorios

Clinoanfíbol (<1%), hipidiomórfico, tabular, de hasta 1,2 x 0,3 mm.

Clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 1,1 x 0,3 mm.

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,2 x 0,1 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,4 x 0,3 mm.



Código muestra: M79 **Ubicación:** 412246/274829.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz café claro (mojado) con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, 1 mm; y piroxeno (< 1%), granular, menor a 1 mm. Lavas negras (4%), angulares, de hasta 2 mm. Pómez blanca a café claro (25%), redondeadas, de hasta 12 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (67%) compuesta de vidrio café claro (Taquilítico), trizas vítreas y vesículas (7%), alargadas, de 2,4 x 0,9 mm, con bordes irregulares. Otras texturas: Glomeroporfirítica con plagioclasa y clinopiroxeno.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (7%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,9 x 0,5 y 0,2 x 0,1 mm, maclas polisintéticas, de Karlsbad y zonación discontinua.

Clinopiroxeno (1%), xenomórfico, tabular, de 0,6 x 0,2 mm.

Fragmentos de roca

Líticos café claro (4%), subangulares, de 1,5 x 1 mm.

Líticos recristalizados (8%), angulares, de 2,8 x 1,7 mm.

Lava negra (7%), subredondeada, de 2,6 x 2,3 mm, con fenocristales de plagioclasa (35%), hipidiomórfica, tabular, de 0,2 x 0,1 mm, con maclas polisintéticas y zonación continua.

Lava gris claro (2%), angular, de 4,3 x 3 mm, con microlitos de plagioclasa no orientados (15%) y fenocristales de plagioclasa (10%), hipidiomórfica, tabular, de 0,7 x 0,2 mm, con maclas polisintéticas, de Karlsbad y zonación continua, y clinopiroxeno (4%), xenomórfico, tabular, de 0,5 x 0,2 mm.

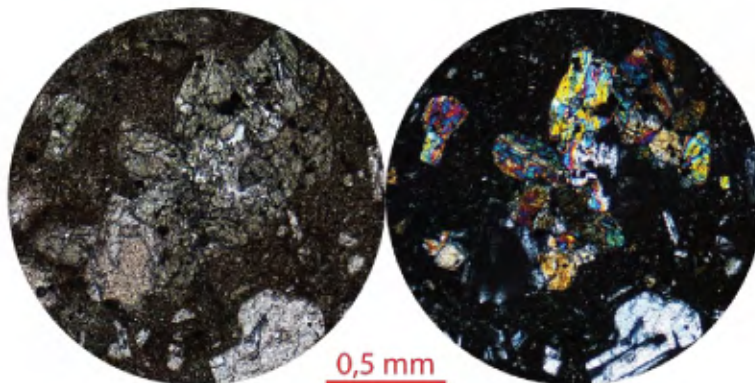
Fragmentos piroclásticos

Pumíticos gris claro (6%), alargados, de 2,2 x 1,4 mm.

Accesorios

Clinoanfíbol (<1%), xenomórfico, tabular, de hasta 0,4 x 0,3 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,4 x 0,3 mm.



Código muestra: M82 **Ubicación:** 405839/278392.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz café claro a rosáceo con líticos no reconocibles rojos (<1%), subredondeados, de hasta 2 mm. Lavas negras (12%), angulares, de hasta 2 mm. Pómez café claro (30%), redondeada, de hasta 17 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (46%) compuesta de vidrio café claro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (3%), amorfas, de 2,3 x 1,5 mm. Otras texturas: Cribosa y glomeroporfirítica con plagioclasa y clinopiroxeno.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (3%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,8 x 0,3 y 0,2 x 0,2 mm, maclas polisintéticas, de Karlsbad y zonación discontinua.

Minerales secundarios

Zeolitas (<1%), en agregados radiales amorfos, de 1 x 0,7 mm.

Fragmentos de roca

Líticos anaranjados (6%), subredondeados, de 0,4 x 0,4 mm.

Lava café (9%), subangular, de 3,6 x 3 mm, con bordes rojizos y fenocristales de plagioclasa (30%), hipidiomórfica, tabular, de 0,4 x 0,2 mm, arcillitizada.

Fragmentos piroclásticos

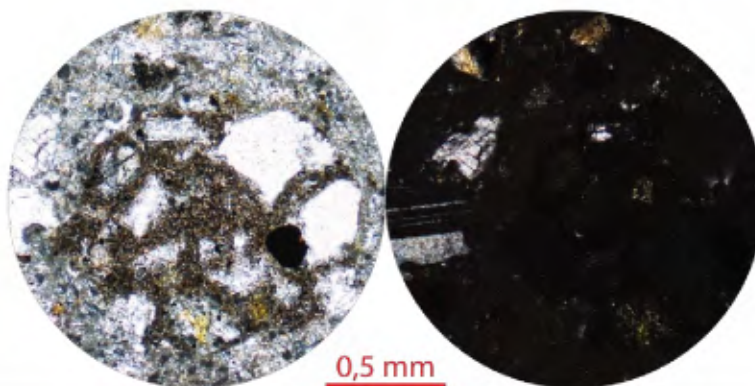
Escoria negra (6%), subredondeada, de 1,7 x 1,3 mm, con bordes café.

Fiammes de escoria gris (30%), alargados, de 5,1 x 2 mm, con vesículas (30%), alargadas, de 2,2 x 0,2 mm.

Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,3 x 0,2 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,2 x 0,2 mm.



Código muestra: Ma-1 **Ubicación:** 392578/272902.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz rosado claro con cristaloclastos de plagioclasa (<1%), granular, de 2 mm. Pómez rosado claro (15%), amorfa, de hasta 5 mm; amarillo verdoso (3%), amorfa, de hasta 3 mm, algunas alargadas y anaranjada (6%), amorfa, de hasta 4 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (88%) compuesta de vidrio café rojizo (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (53%), alargadas, de 2,9 x 0,7 mm, con bordes irregulares. Otras texturas: Cribosa y eutaxítica.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (3%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1 x 0,6 y 0,2 x 0,1 mm, maclas polisintéticas, de Karlsbad y zonación continua y discontinua.

Fragmentos de roca

Lava negra (1%), angular, de 0,7 x 0,6 mm, con microlitos de plagioclasa alineados (25%) y bordes cafés.

Fragmentos piroclásticos

Pumíticos café rojizo (5%), alargados, de 3,3 x 0,4 mm.

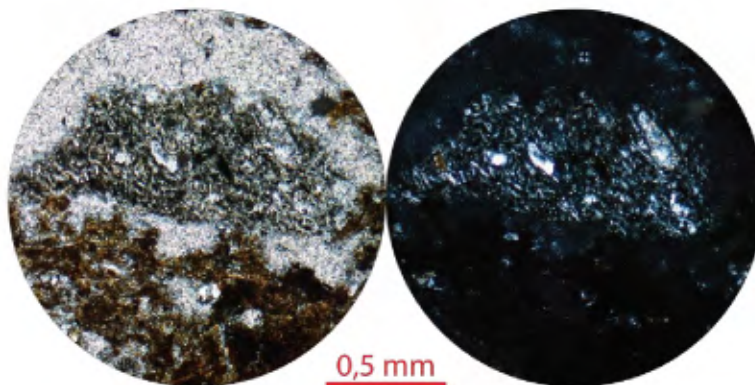
Pumíticos negros (2%), angulares, de 0,8 x 0,6 mm, con borde rojizo.

Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 1,3 x 0,7 mm, principalmente en vesículas.

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,2 x 0,1 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,2 x 0,2 mm.



Código muestra: Ma-2 **Ubicación:** 389183/279837.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz café claro con líticos no reconocibles blancos (1%), redondeados, de hasta 5 mm; y anaranjados (4%), redondeados, de hasta 4 mm. Obsidiana (2%), angular, de hasta 4 mm. Pómez negra (7%), amorfa, de hasta 45 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (79%) compuesta de vidrio gris claro a café claro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (2%), subredondeadas, de 3 x 1,6 mm, con borde anaranjado. Otras texturas: Microlitos de plagioclasa orientados.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (3%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,7 x 0,5 mm y una microlítica, maclas polisintéticas y zonación continua. Además, está fracturada en los bordes.

Minerales secundarios

Calcedonia (<1%), agregados en vesículas angulares, de 0,6 x 0,4 mm.

Fragmentos de roca

Líticos amarillos (3%), subredondeados, de 0,7 x 0,5 mm.

Líticos recristalizados (1%), subangulares, de 1,8 x 1,3 mm.

Lava negra (<1%), angulares, de 1,5 x 1,5 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (5%).

Fragmentos piroclásticos

Escoria café oscuro (<1%), angular, de 1,9 x 1,2 mm, con vesículas (60%), alargadas, de 0,8 x 0,3 mm.

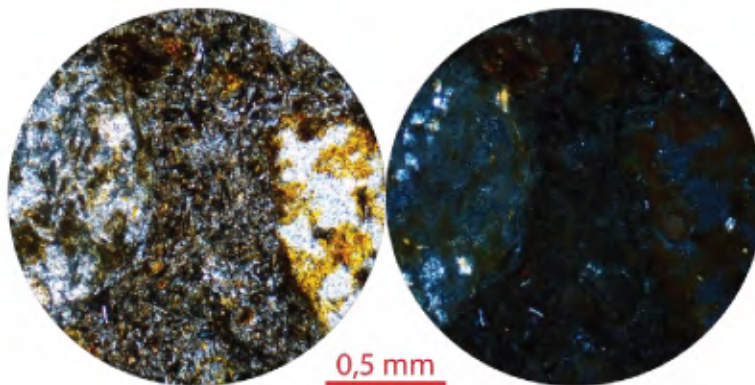
Pumíticos café oscuro (8%), alargados, de 4,1 x 3,5 mm, con vesículas (70%), alargadas, de 0,7 x 0,4 mm.

Pumíticos gris claro (6%), alargados, de 1,3 x 0,4 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,7 x 0,3 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, tabulares, de 0,4 x 0,3 mm.



Código muestra: M86 (2) Ubicación: 398734/277474.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, de 3 mm. Líticos no reconocibles negros (3%), angulares, de hasta 7 mm; y verde amarillento (5%), angulares, de hasta 7 mm. Pómez gris oscuro (35%), subredondeada, de hasta 38 x 11 mm; y blanca (7%), subangular, de hasta 8 x 4 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (82%) compuesta de vidrio gris claro (Sideromelana), trizas vítreas y vesículas (4%), alargadas y amorfas, de 4,7 x 2,7 mm. Otras texturas: Cribosa y glomeroporfirítica con plagioclasa y opacos.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,3 x 0,7 y 0,4 x 0,3 mm, zonación discontinua, maclas de Karlsbad.

Fragmentos de roca

Lavas anaranjadas (2%), angulares, de 0,6 x 0,6 mm, con microlitos de plagioclasa (10%) orientados.

Fragmentos piroclásticos

Escoria café oscuro (<1%), angular, de 0,6 x 0,5 mm, con vesículas (20%), alargadas, de 0,1 x 0,1 mm.

Pumíticos café oscuro (<1%), angulares, de 1,8 x 1,1 mm.

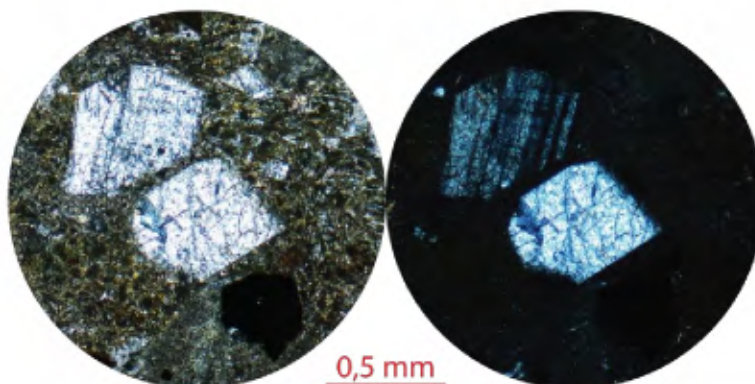
Pumíticos gris (10%), alargados, de 5,1 x 1,5 mm, con vesículas (60%), alargadas, de 0,5 x 0,2 mm.

Fragmento de vidrio (<1%), angular, de 1,1 x 1 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,2 x 0,1 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, tabulares, de 0,4 x 0,3 mm.



Código muestra: 12ME17,53 **Ubicación:** Piezómetro ME – 12, Senara Tempisque, profundidad: 17,53 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz blanca con líticos no reconocibles grises (5%), angulares, de hasta 3 mm. Escoria negra (4%), redondeada, de hasta 3 mm; y escoria anaranjada (2%), amorfa, de hasta 3 mm. Pómez amarillo-verdoso (8%), amorfa, meteorizada, de hasta 3 mm; y blanca (10%), amorfa, de hasta 7 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (84%) compuesta de vidrio café muy claro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (7%), amorfas, de 2,4 x 1,7 mm. Otras texturas: Cribosa, y microlitos orientados de plagioclasa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (3%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1 x 0,5 y 0,2 x 0,1 mm, maclas polisintéticas, de Karlsbad y zonación discontinua.

Clinopiroxeno (1%), xenomórfico, tabular, de 0,2 x 0,2 mm.

Opacos (1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,2 x 0,1 mm.

Fragmentos de roca

Líticos anaranjados (3%), angulares, de 0,3 x 0,2 mm.

Fragmentos piroclásticos

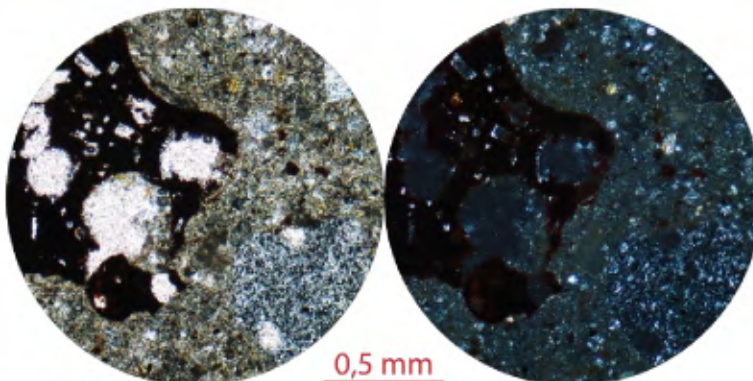
Escoria negra (<1%), angular, de 1,2 x 1,2 mm.

Pumíticos gris claro (4%), alargados, de 3 x 1,6 mm, con vesículas (60%), alargadas, de 0,3 x 0,2 mm.

Pumíticos gris claro (5,8%), angulares, de 1 x 0,9 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,2 x 0,1 mm.



Código muestra: 12ME18,49 **Ubicación:** Piezómetro ME – 12, Senara Tempisque, profundidad: 18,49 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz blanca con líticos no reconocibles negros y grises (10%), angulares, de hasta 3 mm. Pómez blanca y verde (65%), amorfa, de hasta 8 mm. Mala selección con contacto lineal.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura piroclástica, con matriz (72%) compuesta de vidrio café claro (Desvitrificado) y vesículas (20%), amorfas, de 4,5 x 1,8 mm.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (3%), xenomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,9 x 0,8 y 0,3 x 0,2 mm, zonación discontinua y maclas polisintéticas.

Minerales secundarios

Calcedonia (<1%), como agregados rellenando espacio subredondeados, de 0,5 x 0,4 mm.

Fragmentos de roca

Líticos anaranjados (<1%), angulares, de 0,4 x 0,3 mm.

Lavas negras a café oscuro (<1%), angulares, 0,6 x 0,4 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (20%).

Fragmentos piroclásticos

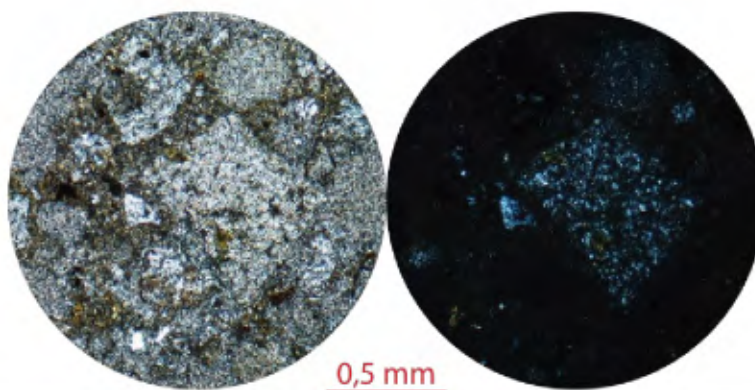
Escoria negra (2%), borde café, amorfa, de 0,9 x 0,7 mm, con vesículas (60%), redondeadas, de 0,3 x 0,2 mm.

Pumíticos gris claro (21%), alargados, de 3,1 x 2 mm.

Fragmento de vidrio (<1), angular, de 0,5 x 0,3 mm.

Accesorios

Opacos (<1%), xenomórficos, granulares, de 0,3 x 0,3 mm.



Código muestra: 2-6-5-15 **Ubicación:** 395102/279805.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris claro con cristaloclastos de plagioclasa (20%), tabular, de hasta 3 mm. Líticos no reconocibles grises (5%), angulares, de hasta 4 mm; y anaranjados (2%), alargados, de hasta 7 mm. Obsidiana (2%), angular, de hasta 4 mm, con plagioclasa (20%), tabular, 1 mm. Pómez blanca (15%), amorfa, de hasta 65 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (66%) compuesta de vidrio gris muy claro (Sideromelana), trizas vítreas y vesículas (12%), amorfas, de 2,7 x 1,9 mm.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (14%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 2 x 1,4 y 0,3 x 0,1 mm y zonación discontinua.

Opacos (1%), xenomórficos, granulares, de 0,4 x 0,3 mm.

Fragmentos de roca

Líticos anaranjados (1%), angulares, de 1,2 x 1 mm.

Líticos recristalizados (3%), angulares, de 0,4 x 0,4 mm.

Fragmentos piroclásticos

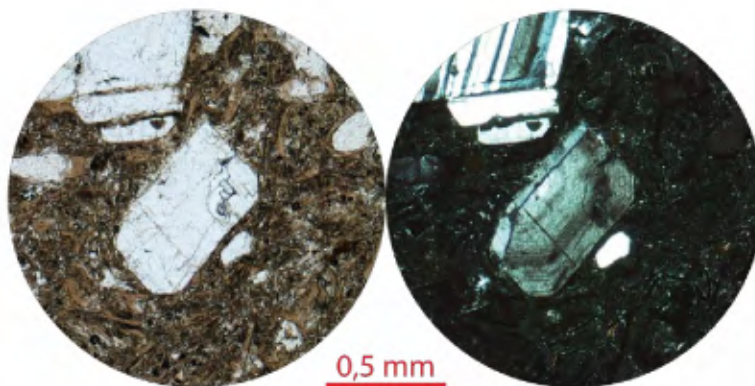
Escoria café claro (5%), amorfa, de 2,9 x 2,3 mm, con vesículas (60%), amorfas, de 1 x 0,9 mm.

Pumíticos café oscuro (1%), angular, de 1,7 x 1,1 mm.

Pumíticos gris claro (8%), angular, de 4,3 x 1,5 mm, con fenocristales de plagioclasa (10%), hipidiomórfica, tabular, de 1,4 x 0,7 mm, con maclas de Karlsbad y zonación discontinua.

Accesorios

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,2 x 0,2 mm.



Toba Montenegro

Código muestra: M3 Ubicación: 385942/276740.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz negra, muy meteorizada, con cristaloclastos de plagioclasa (15%), granular, de 2 mm. Líticos no reconocibles rojos claro (1%), angulares, de hasta 5 mm; y anaranjadas (2%), angulares, de hasta 25 mm. Lavas (3%), angulares, hasta 4 mm, algunas con plagioclasa (10%), tabular, menor a 1 mm. *Fiammes* negros (15%), de hasta 11 x 1 mm. Clastos anaranjados con el centro gris amarillento. Mala selección con contacto puntual a flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (77%) compuesta de vidrio gris claro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (7%), alargadas, de 2,7 x 0,3 mm. Otras texturas: Cumulitos de plagioclasa, eutaxítica, axiolítica y glomeroporfiritos de plagioclasa, clinopiroxeno y opacos.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (6%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,7 x 0,5 y 0,5 x 0,3 mm, zonación continua, discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad. Alteración: tienen bordes anaranjados.

Fragmentos piroclásticos

Escoria negra (<1%), subredondeada, de 1,9 x 1,4 mm, con borde café y vesículas (30%), alargadas, de 0,6 x 0,2 mm.

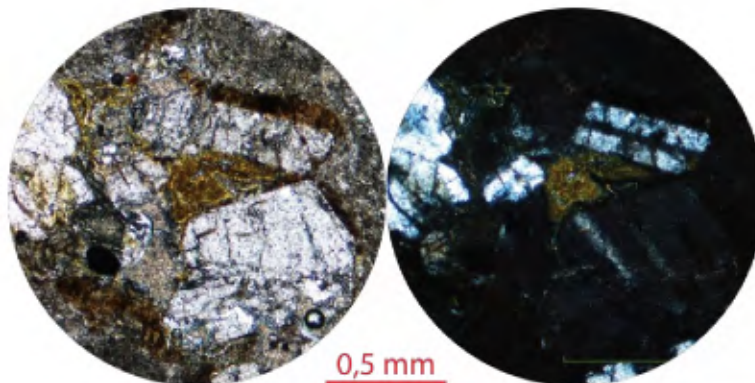
Pumíticos negros (16%), alargados, de 19 x 3 mm, con borde café, vidriosos y fenocristales de plagioclasa (4%), hipidiomórfica, tabular, de 0,4 x 0,1 mm, con zonación continua y maclas de Karlsbad, clinopiroxeno (5%), hipidiomórfico, tabular, de 0,4 x 0,3 mm y opacos (1%), xenomórficos, tabulares, de 0,2 x 0,1 mm.

Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,4 x 0,3 mm.

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,2 x 0,1 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,6 x 0,4 mm.



Código muestra: M4 **Ubicación:** 387484/278493.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, 2 mm. Líticos no reconocibles negros (15%), angulares, de hasta 30 mm. Pómez amarillo claro (3%), amorfa, de hasta 4 mm. *Fiammes* negros (5%), de hasta 17 x 3 mm. Buena selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (78%) compuesta de vidrio anaranjado (Desvitrificado), trizas vítreas, microlitos de plagioclasa orientados (3%) y vesículas (9%), alargadas, de 1,1 x 0,2 mm. Otras texturas: Eutaxítica.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (1%), xenomórfica, tabular, de 1,3 x 0,5 mm, con maclas polisintéticas y de Karlsbad.

Fragmentos de roca

Líticos anaranjados (<1%), amorfos, de 0,2 x 0,2 mm.

Lava gris (3%), subredondeadas, de 1,8 x 1,2 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (7%).

Fragmentos piroclásticos

Escoria negra (2%), subredondeada, de 1,1 x 0,7 mm, con borde café y vesículas (75%), redondeadas, de 0,3 x 0,2 mm.

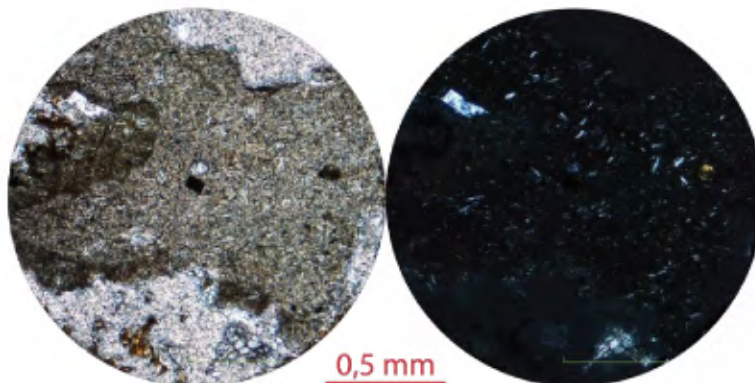
Pumíticos anaranjado oscuro (14%), alargados, de 21 x 3 mm, vidriosos, con microlitos de plagioclasa orientados (3%) y fenocristales de plagioclasa (2%), hipidiomórfica, tabular, de 0,4 x 0,3 mm, con maclas de Karlsbad y opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,1 x 0,1 mm.

Fragmentos de vidrio (1%), angulares, de 1,3 x 1,1 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,2 x 0,1 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,3 x 0,1 mm.



Código muestra: M58 Ubicación: 398224/274653.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris con cristaloclastos de plagioclasa (3%), tabular, de 1 mm. Lavas (3%), redondeadas, de hasta 10 mm, con borde blanco y fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, menor 1 mm. Escoria (6%), amorfa, de hasta 20 mm, con fenocristales de plagioclasa (4%), tabular, de 2 mm y presenta un frente de meteorización anaranjado de hasta 2 mm. *Fiammes* anaranjados (12%), de hasta 8 x 3 mm; y *fiammes* de escoria (25%), de hasta 75 x 20 mm, cambian a obsidiana, con fenocristales de plagioclasa (6%), tabular, de 3 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (82%) compuesta de vidrio gris claro (Sideromelana), trizas vítreas y vesículas (15%), alargadas, de 2,5 x 1,9 mm, con bordes anaranjados. Otras texturas: Eutaxítica.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (2%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,1 x 0,2 y 0,2 x 0,1 mm, zonación continua y maclas de Karlsbad.

Fragmentos de roca

Lava negra (1%), angular, de 3,7 x 2,6 mm, con microlitos de plagioclasa orientados (6%).

Fragmentos piroclásticos

Escoria café oscuro (<1%), angular, de 0,9 x 0,8 mm, con vesículas (50%), alargados, de 0,4 x 0,2 mm.

Pumíticos café oscuro (9%), alargados, de 5,7 x 3 mm.

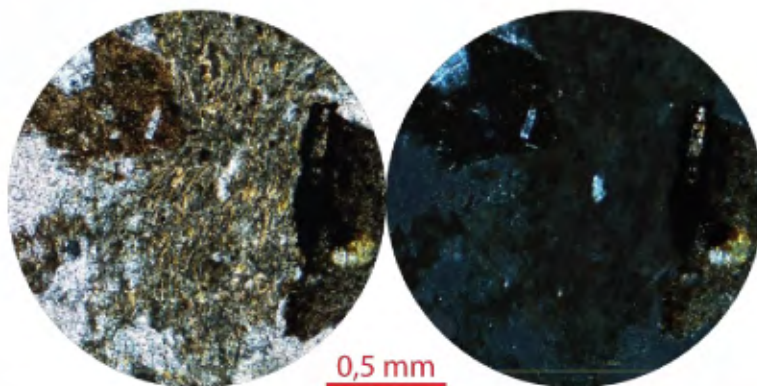
Pumíticos negros (4%), alargados, de 3,3 x 2,4 mm.

Fragmentos de vidrio (<1%), alargados, de 0,7 x 0,4 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,2 x 0,1 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, granulares, de 0,2 x 0,2 mm.



Código muestra: M73 **Ubicación:** 388036/269926.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (5%), tabular, de 1 mm. Líticos no reconocibles amarillos (10%), angulares, de hasta 3 mm. Lavas andesíticas (5%), angulares, de hasta 4 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, menor a 1 mm. Obsidiana (10%), alargada, de hasta 3 mm. *Fiammes* negros escoriáceos (20%), alargados, de hasta 22 x 2 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de hasta 2 mm. Mala selección con contacto puntual. Agregados cristalinos (<1%), redondeados, de hasta 2 mm.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (51%) compuesta de vidrio gris oscuro (Desvitrificado) y trizas vítreas. Otras texturas: Eutaxítica.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (2%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,7 x 0,4 y 0,2 x 0,1 mm, zonación continua y maclas de Karlsbad.

Minerales secundarios

Zeolitas (<1%), agregados angulares, de 0,7 x 0,5 mm.

Fragmentos de roca

Líticos amarillos (<1%), subredondeados, de 0,4 x 0,2 mm.

Fragmentos piroclásticos

Escoria café oscuro (2%), subredondeada, de 1,3 x 0,6 mm, con vesículas (78%), redondeadas, de 0,4 x 0,3 mm.

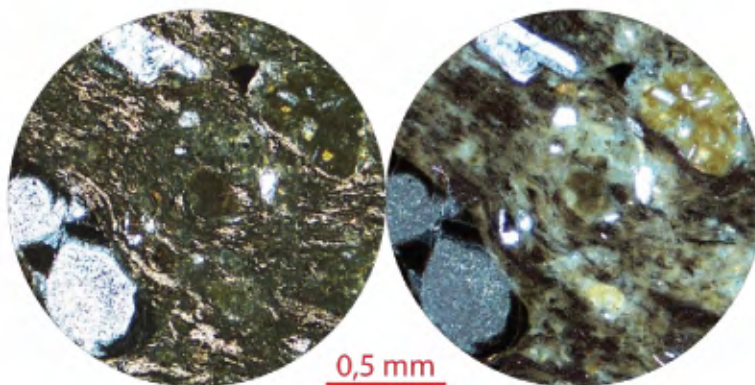
Pumíticos rosado claro (43%), alargados, de 21 x 4 mm, con fenocristales de plagioclasa (5%), xenomórfica, tabular, de 0,5 x 0,3 mm, con maclas polisintéticas y de Karlsbad.

Pumíticos negros (2%), angulares, de 2,1 x 1,1 mm, con vesículas (60%), redondeadas, de 0,5 x 0,4 mm.

Fragmentos de vidrio rojo claro (<1%), angulares, de 0,7 x 0,5 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.



Código muestra: Ma-5 **Ubicación:** 389816/277559.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz café claro con cristaloclastos de plagioclasa (6%), tabular, 2 mm. Líticos no reconocibles negros (5%), angulares, de hasta 6 mm. Pómez blanca (1%), redondeada, de hasta 2 mm. *Fiammes* negros (2%), de hasta 3 x < 1 mm; y blancos (3%), de hasta 10 x 3 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (70%) compuesta de vidrio gris claro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (3%), amorfas, de 0,7 x 0,6 mm. Otras texturas: Glomeroporfirítica con plagioclasa, clinopiroxeno y opacos, y eutaxítica.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (10%), hipidiomórfica, tabular, de 0,9 x 0,4 mm, con maclas polisintéticas, zonación discontinua y bordes deshechos.

Fragmentos de roca

Líticos gris claro (1%), angulares, de 1,1 x 0,8 mm.

Fragmentos piroclásticos

Pumíticos gris claro (10%), alargados de 3,7 x 1,1 mm.

Pumíticos café oscuro (5%), redondeados, de 0,9 x 0,8 mm.

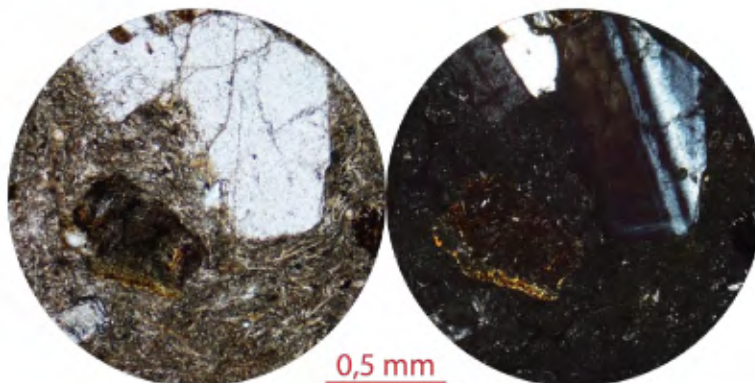
Fragmentos de vidrio (3%), angulares, de 2,6 x 0,9 mm.

Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, granular, de 0,3 x 0,2 mm.

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,5 x 0,3 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, granulares, de 0,2 x 0,2 mm.



Código muestra: Ma-6 Ubicación: 365057/285033

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris violácea con lavas (2%), alargadas, de hasta 6 mm. Pómez anaranjada (10%), amorfa, de 3 mm; y blanca (6%), redondeada, de hasta 3 mm. *Fiammes* gris (8%), de hasta 9 x 4 mm. Medianamente seleccionada, con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (75%) compuesta de vidrio gris claro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (9%), amorfas, de 1,6 x 1,1 mm. Otras texturas: Microlitos de plagioclasa orientados.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (3%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 0,8 x 0,3 mm y una microlítica, maclas polisintéticas, de Karlsbad y zonación continua.

Fragmentos de roca

Líticos grises (3%), subangulares, de 1,4 x 0,9 mm.

Fragmentos piroclásticos

Escoria negra (2%), angular, de 1,6 x 1,3 mm.

Escoria café oscuro (7%), alargados de 2,7 x 0,8 mm.

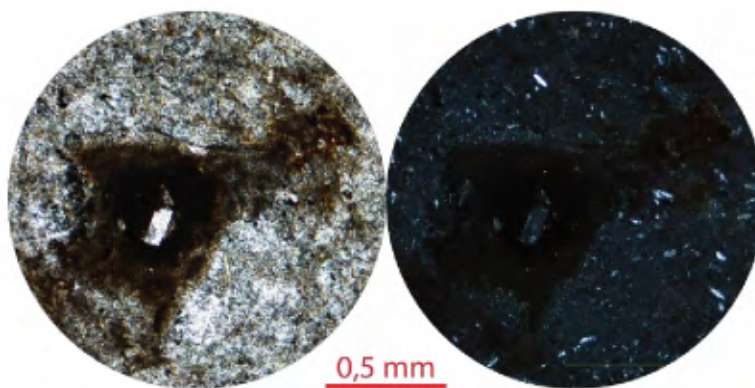
Pumíticos gris oscuro (9%), alargados de 1,3 x 0,3 mm.

Fragmentos de vidrio anaranjados (<1%), angulares, de 0,4 x 0,3 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,5 x 0,2 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, granulares, de 0,2 x 0,2 mm.



Código muestra: 12ME12,06 **Ubicación:** Piezómetro ME – 12, Senara Tempisque, profundidad: 12,06 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz café oscuro con cristaloclastos de plagioclasa (9%), tabular, de 2 mm; y piroxeno (5%), granular, menores 1 mm. Escoria (7%), redondeada, de hasta 20 mm; con plagioclasa (15%), granular, menor a 1 mm. Pómez blanca (2%), redondeada, de hasta 4 mm. *Fiammes* negros (4%), de hasta 10 x 3 mm, con vesículas (5%), angulares, rellenas de alteración anaranjada, de hasta 2 mm. Medianamente seleccionado con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (80%) compuesta de vidrio café claro (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (3%), alargadas, de 0,9 x 0,5 mm. Otras texturas: Cribosa, glomeroporfirítica con plagioclasa, clinopiroxeno y opacos.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (4%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,9 x 0,7 y 0,3 x 0,2 mm, zonación discontinua, maclas de Karlsbad y bordes desgastados.

Clinopiroxeno (1%), xenomórfico, alargado, de 1 x 0,6 mm.

Minerales secundarios

Calcedonia o tridimita (<1%), agregado angular, de 2,5 x 1,7 mm.

Fragmentos de roca

Líticos anaranjados (<1%), amorfos, de 0,4 x 0,2 mm, arcillitizados.

Fragmentos piroclásticos

Escoria café claro (2%), subredondeada, de 1 x 0,8 mm, con microlitos de plagioclasa no orientados (15%) y vesículas (75%), amorfas, de 0,3 x 0,2 mm.

Pumíticos negros (<1%), alargados, de 0,9 x 0,4 mm, con borde café.

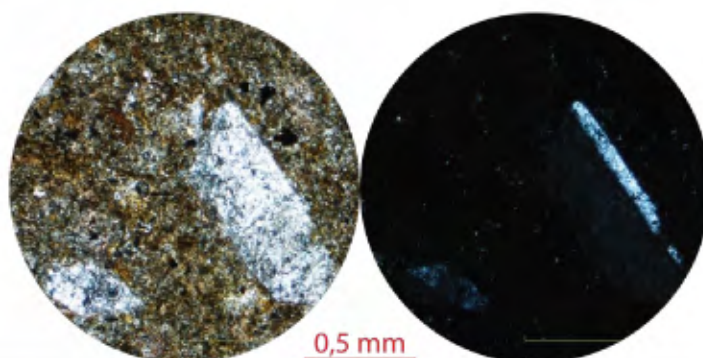
Pumíticos gris claro (8%), alargados, de 4,8 x 3,9 mm.

Fragmentos de vidrio café oscuro (5%), alargados, de 4,8 x 3 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,3 x 0,1 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,4 x 0,3 mm.



Código muestra: 12ME13,49 **Ubicación:** Piezómetro ME – 12, Senara Tempisque, profundidad: 13,49 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris con cristaloclastos de plagioclasa (15%), tabular, de 2 mm; y piroxeno (2%), granular, menor a 1 mm. Líticos no reconocibles negros (4%), redondeados, de hasta 2 mm; y rojos (6%), redondeados, de hasta 2 mm. *Fiammes* negros (2%), de hasta 20 x 4 mm; y *fiammes* anaranjados (<1%), de hasta 10 x 2 mm. Buena selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura piroclástica, con matriz (79%) compuesta de vidrio gris oscuro (Desvitrificado) y vesículas (6%), alargadas, de 2,4 x 1,4 mm. Otras texturas: Cumulitos de plagioclasa, glomeroporfirítica con plagioclasa, clinopiroxeno y opacos y cribosa en plagioclasa. Además, presenta Manchas anaranjadas sobre la matriz.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (5%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 2,6 x 2,2 y 0,4 x 0,1 mm, zonación discontinua y maclas de Karlsbad.

Fragmentos de roca

Líticos anaranjados (<1%), subangulares, de 1,1 x 0,9 mm.

Lava gris claro (7%), alargadas, de 4,2 x 2,5 mm, con microlitos de plagioclasa no orientados (5%), fenocristales de plagioclasa (15%), hipidiomórfica, tabular, de 0,9 x 0,3 mm, con zonación continua y discontinua y clinopiroxeno (<5%), xenomórfico, sin hábito reconocible, de 0,4 x 0,3 mm. Además, tienen manchas anaranjado fuerte por oxidación.

Fragmentos piroclásticos

Pumíticos negros (<1%), alargados, de 1,5 x 0,8 mm, con borde café y microlitos de plagioclasa orientados (6%).

Pumíticos gris (5%), redondeados, de 1,6 x 1 mm.

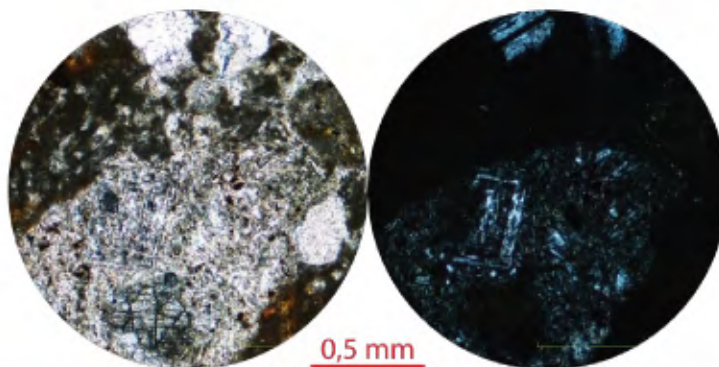
Fragmentos de vidrio rosado muy claro y gris oscuro (3%), alargados, de 1,1 x 0,9 mm.

Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 1 x 0,5 mm.

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,2 x 0,2 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,1 x 0,1 mm.



Código muestra: 18CU21,3 **Ubicación:** Piezómetro CU – 18, Senara Tempisque, profundidad: 21,3 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris rosada con cristaloclastos de plagioclasa (10%), tabular, de 2 mm. Líticos no reconocibles (15 – 10%), de subredondeados a angulares, de hasta 20 mm, algunos son rojos y anaranjados y porosos. Lavas grises (10%), subangulares, de hasta 6 mm, con plagioclasa (20%), tabular, de 1 mm. *Fiammes* gris (5%), de hasta 45 x 10 mm; y *fiammes* gris rosado (5%), de hasta 4 x 2 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (62%) compuesta de vidrio amarillo grisáceo (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (5%), amorfas, de 1,9 x 1,1 mm. Otras texturas: Poiquilitica con opacos sobre plagioclasa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (13%), hipidiomórfica, tabular, de 1,5 x 0,6 mm, con maclas de Karlsbad y polisintéticas. Opacos (1%), hipidiomórficos, tabulares, de 0,6 x 0,3 mm, con bordes anaranjado fuerte.

Fragmentos de roca

Líticos (5%), anaranjado fuerte, arcillitizados, amorfos, de 3,3 x 3 mm, con vesículas (10%), angulares, de 0,9 x 0,6 mm y microlitos de plagioclasa orientados (6%).

Lavas gris claro (5%), angulares, de 2,4 x 1,4 mm, con bordes anaranjado fuerte y microlitos de plagioclasa orientados (30%).

Fragmentos piroclásticos

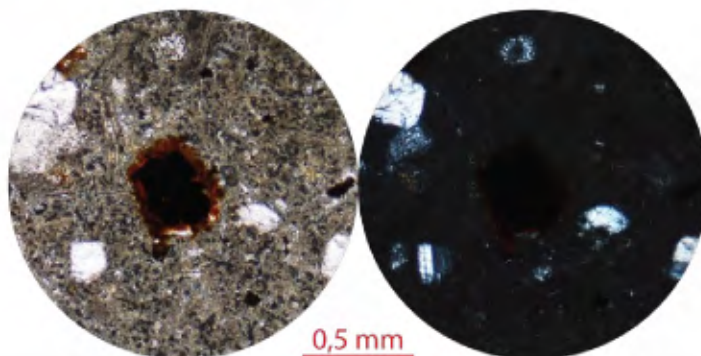
Escoria (4%), café claro, amorfa, de 2,8 x 2,3 mm, con microlitos de feldespatos no orientados (2%) y vesículas (25%), subredondeadas, de 0,3 x 0,3 mm.

Escoria (35%), café claro, amorfa de 19 x 15 mm, con fenocristales de plagioclasa (8%), arcillitizada, hipidiomórfica, tabular, de 0,9 x 0,6 mm, con zonación discontinua, con maclas a 90° y clinopiroxeno (6%), hipidiomórfico, hábito, de 1,3 x 0,8 mm y opacos (3%), hipidiomórfica, granulares, de 0,3 x 0,2 mm y vesículas (45%), subredondeadas, de 0,8 x 0,7 mm.

Pumíticos gris claro (10%), alargados, de 2,5 x 0,5 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.



Toba Alcántaro

Código muestra: 16CU6,18 *Ubicación:* Piezómetro CU – 16, Senara Tempisque, profundidad: 6,18 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz gris con cristaloclastos piroxeno (7%), tabular; y de plagioclasa (7%), tabular, ambos menores a 1 mm. Lavas andesíticas negras, anaranjadas, amarillas y grises (30%), con plagioclasa (9%), tabular, de 2 mm. Obsidiana (3%), angular, de hasta 3 mm. Escoria (20%), amorfa, de hasta 40 mm, con fenocristales de plagioclasa (3%), tabular, menor a 1 mm. Pómez gris y anaranjado muy claro (10%), angular, de hasta 25 mm. Mala selección con contacto flotante.

Descripción microscópica soporte por matriz

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (42%), compuesta de vidrio café oscuro (Taquilítico), trizas vítreas y vesículas (17%), amorfas, de hasta 5,8 x 4,7 mm. Otras texturas: Poiquilítica con clinopiroxeno y opacos incluidos dentro de la plagioclasa.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (12%), hipidiomórfica, tabular, de 1,8 x 0,6 mm, con zonación discontinua y maclas polisintéticas. Ortopiroxeno (2%), hipidiomórfico, tabular, de 1,2 x 0,3 mm. Clinopiroxeno (2%), xenomórfico, tabular, de 1,6 x 0,9 mm. Opacos (3%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,3 x 0,3 mm.

Fragmentos de roca

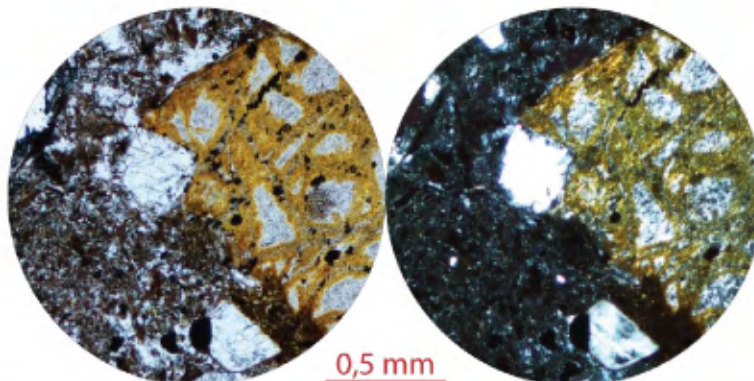
Líticos anaranjados (4%), amorfos, de 8 x 6 mm. Lavas negras (3%), con microlitos no orientados, angulares, de 2,3 x 1,9 mm.

Fragmentos piroclásticos

Escoria café (9%), angular, de, con vesículas (80%), subredondeadas, de 1,2 x 0,8 mm y fenocristales de plagioclasa (3%), hipidiomórfica, tabular, de 0,9 x 0,4 mm, con maclas polisintéticas y clinopiroxeno (2%), hipidiomórfico, tabular, de 0,3 x 0,2 mm. Pumíticos (6%), algunos alargados, de 2,1 x 0,6 mm.

Alteraciones

Plagioclasa con bordes café.



Código muestra: 2CU136,74 **Ubicación:** Piezómetro CU – 2, Senara Tempisque, profundidad: 136,74 m.

Descripción macroscópica

Toba de textura piroclástica. Matriz café con cristaloclastos piroxeno (3%), tabular, menor a 1 mm; plagioclasa (10 – 5%), tabular, de 2 mm; y cristales no identificables (25%), mucho menores a 1 mm, color cobre y con brillo metálico. Líticos no reconocibles grises y rojos (10%), subredondeados a angulares, de hasta 6 mm. Obsidiana (5%), angular, de hasta 2 mm. Escoria (20%), subredondeada, de hasta 100 x 45 mm con plagioclasa, tabular, y vesículas menores a 1 mm. Medianamente seleccionada con contacto flotante.

Descripción microscópica

Matriz y texturas específicas

Textura vitroclástica, con matriz (53%) compuesta de vidrio café (Desvitrificado), trizas vítreas y vesículas (8%), angulares, de 2,7 x 1,4 mm.

Fragmentos de cristales

Plagioclasa (9%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,2 x 0,6 y 0,3 x 0,1 mm, con maclas de Karlsbad, polisintéticas y zonación discontinua.

Opacos (1%), hipidiomórficos, granulares, de 0,3 x 0,2 mm.

Minerales secundarios

Calcedonia (<1%), en agregados alargados, de 0,9 x 0,8 mm.

Fragmentos de roca

Lítico café oscuro (6%), arcillitizados, angulares, de 2,1 x 1 mm.

Lava gris oscuro (5%), angulares, de 0,8 x 0,5 mm, con microlitos de plagioclasa (15%), orientados.

Fragmentos piroclásticos

Escoria café rojizo (1%), irregular, de 0,6 x 0,5 mm, con vesículas (40%), subredondeadas, de 0,1 x 0,1 mm.

Pumíticos gris claro (10%), subredondeados, con bordes de hematita, de 3,1 x 1,6 mm.

Pumíticos gris claro colapsados (13%), con borde de hematita, de 4,3 x 1,1 mm.

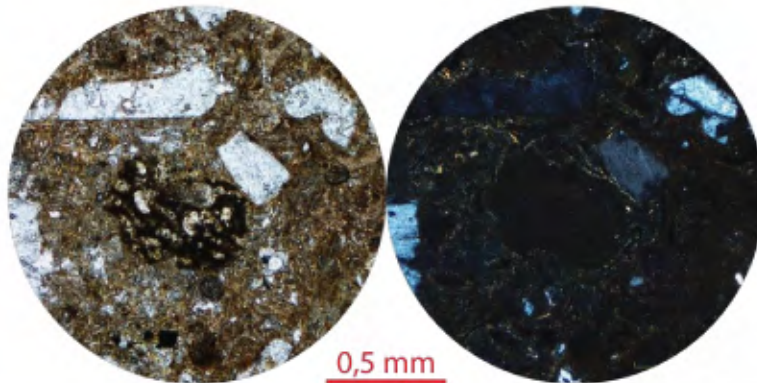
Fragmentos de vidrio café oscuro (1,6), amorfos, de 1,1 x 1,1 mm.

Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), hipidiomórfico, granular, de 0,7 x 0,6 mm.

Ortopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,5 x 0,4 mm.

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.



Lavas Pelón Bajura

Código muestra: M62 Ubicación: 396929/268832.

Descripción macroscópica soporte por clasto

Lava negra de textura afanítica porfírica con vesículas (40%), alargadas, rellenas de zeolitas y fenocristales plagioclasa (3%), tabular, menor a 1 mm. Pátina anaranjada.

Descripción microscópica

Textura y matriz

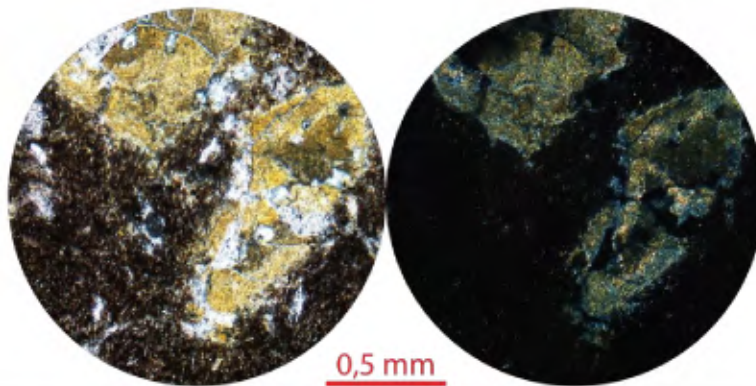
Textura hialina equigranular hipidiomórfica. Otras texturas: Microlitos de plagioclasa orientados. Matriz microlítica (99%), compuesta de vidrio café oscuro, microlitos de plagioclasa (12%), idiomórficos, tabulares, de 0,2 x 0,01 mm y vesículas (32%), alargadas, de hasta 8 x 2 mm.

Fenocristales (accesorios)

Opacos (<1%), hipidiomórfico, granular, de 0,5 x 0,3 mm.

Alteraciones

Zeolitas en vetas y alteración amarillenta en bordes o rellenando vesículas.



Código muestra: M65 **Ubicación:** 394353/275496.

Descripción macroscópica soporte por clasto

Lava negra de textura afanítica porfirítica con vesículas (1%), amorfas, de 4 mm y fenocristales de plagioclasa (20%), tabular, 7 mm; y piroxeno (5%), tabular, de hasta 8 mm. Presenta pátinas verdes y anaranjadas.

Descripción microscópica

Textura y matriz

Textura hipocrystalina porfirítica seriada xenomórfica. Otras texturas: Cribosa, glomeroporfirítica con plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno y opacos.

Matriz microlítica (70%), compuesta de vidrio incoloro, microlitos de plagioclasa (21%) idiomórfica, tabular, de 0,3 x 0,01 mm; piroxeno (2%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm; opacos (1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,01 x 0,01 mm; y vesículas (<1%), alargadas, de 3,4 x 1,3 mm.

Fenocristales

Plagioclasa (23%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 6,6 x 2,2 y 1,2 x 0,7 mm, zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad.

Clinopiroxeno (4%), xenomórfico, tabular, de 1,5 x 1,2 mm.

Ortopiroxeno (2%), xenomórfico, tabular, de 2,2 x 0,9 mm.

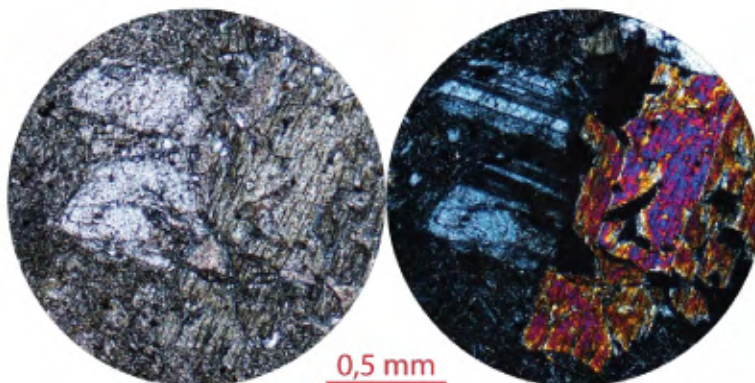
Accesorios

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,4 x 0,2 mm.

Alteraciones

Sericita y arcillitización en plagioclasa.



Código muestra: M70 Ubicación: 397176/266382.

Descripción macroscópica soporte por clasto

Lava negra de textura afírica con fenocristales de plagioclasa (<1%), aislados, tabular, de 1 mm. Frente de meteorización anaranjado de 1 mm. Manchas anaranjadas (< 1%), amorfas, de hasta 2 mm y blancas (4%), alargadas, de 14 mm, por arcillitización.

Descripción microscópica

Textura y matriz

Textura hialina equigranular hipidiomórfica. Otras texturas: Cumulitos de plagioclasa y microlitos de plagioclasa orientados.

Matriz microlítica (99%), compuesta de vidrio gris claro, microlitos de plagioclasa (8%), idiomórficos, tabulares, de 0,2 x 0,01 mm; piroxeno (1%), xenomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm; y opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,1 x 0,01 mm.

Fenocristales

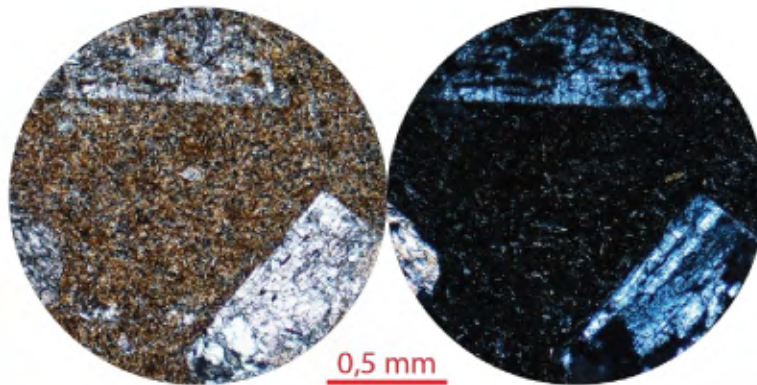
Plagioclasa (1%), hipidiomórfica, tabular, de 0,6 x 0,3 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.

Alteraciones

Arcillitización y seritización en plagioclasa.



Código muestra: 1CN97,95 **Ubicación:** Piezómetro CN – 1, Senara Tempisque, profundidad: 97,95 m.

Descripción macroscópica soporte por clasto

Textura afanítica porfirítica con una matriz gris morado, ligeramente azulada, posiblemente con mucho vidrio; con fenocristales de plagioclasa (15 – 10%), tabular, de 3 mm, meteorizadas. Alteración a arcillas, óxidos y pirofilita dendrítica.

Descripción microscópica

Textura y matriz

Textura hipocristalina porfirítica seriada xenomórfica. Otras texturas: Cribosa, glomeroporfirítica con plagioclasa, clinopiroxeno y opacos, y microlitos no orientados.

Matriz microlítica (85%) compuesta de vidrio café oscuro y microlitos de plagioclasa (76%), hipidiomórfica, tabular, de 0,2 x 0,01 mm.

Fenocristales

Plagioclasa (12%), xenomórfica, tabular, con dos generaciones de 2,3 x 0,5 mm y 0,3 x 0,3 mm, zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad.

Clinopiroxeno (1%), xenomórfico, tabular, de 1,1 x 0,7 mm.

Ortopiroxeno (1%), xenomórfico, tabular, de 1,8 x 0,7 mm.

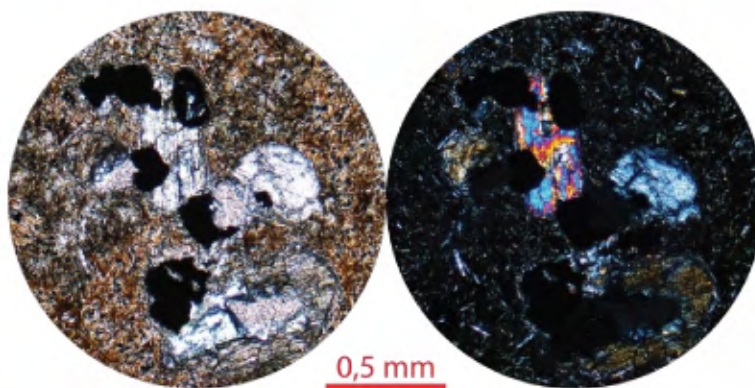
Accesorios

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,2 x 0,1 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, granulares, de 0,3 x 0,2 mm.

Alteraciones

Sericita en plagioclasa y en microlitos (algunos completamente sericitizados), arcillitización de plagioclasa, clinopiroxeno y ortopiroxeno.



Código muestra: 1CN102,5 **Ubicación:** Piezómetro CN – 1, Senara Tempisque, profundidad: 102,5 m.

Descripción macroscópica soporte por clasto

Textura afanítica porfírica con una matriz gris oscuro, ligeramente azulada, con fenocristales de plagioclasa (15 – 10%), tabular, de 3 mm, meteorizadas y vesículas (25 – 20%), alargadas, horizontales de hasta 30 mm. Alteración adentro de las vesículas de colores anaranjado, verde claro, rojo oscuro y vario color (tornasol). Además de arcillas.

Descripción microscópica

Textura y matriz

Textura hipocristalina porfírica seriada hipidiomórfica. Otras texturas: Cribosa, glomeroporfírica con plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno y opacos, y microlitos no orientados.

Matriz microlítica (93%), compuesta de vidrio café rojizo (en su mayoría, gris cuando está sano), microlitos de plagioclasa (49%), idiomórfica, tabular, de 0,2 x 0,01 mm y vesículas (25%), alargadas, de 4,1 x 1,5 mm.

Fenocristales

Plagioclasa (4%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1,9 x 0,6 y 0,5 x 0,2 mm, zonación discontinua y maclas de Karlsbad.

Ortopiroxeno (2%), xenomórfico, tabular, de 0,6 x 0,2 mm.

Clinopiroxeno (2%), hipidiomórfico, tabular, de 1,3 x 0,3 mm.

Opacos (1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,3 x 0,3 mm.

Accesorios

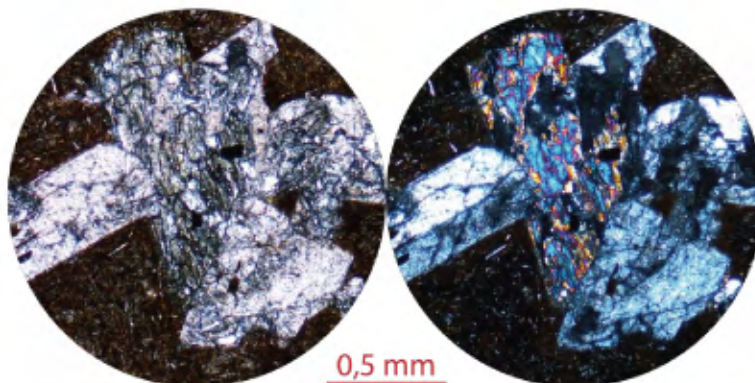
Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,2 x 0,1 mm.

Alteraciones

Arcillitización en plagioclasa, clinopiroxeno y ortopiroxeno, vetas café – vidrio en la plagioclasa.

Algunas vesículas con agregados de cuarzo microcristalino.

Microlitos sericitizados (algunos completamente).



Código muestra: 3ME108,35 **Ubicación:** Piezómetro ME – 3, Senara Tempisque, profundidad: 108,35 m.

Descripción macroscópica soporte por clasto

Lava afanítica – porfírica, con matriz gris oscuro y fenocristales de plagioclasa (15%), tabular, de hasta 3 mm y vesículas (30%), amorfas, de hasta 20 mm.

Descripción microscópica

Textura y matriz

Textura hipocristalina porfírica seriada xxx. Otras texturas: Cribosa, glomeroporfírica con plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno y opacos, y microlitos no orientados.

Matriz microlítica (58%), compuesta de vidrio gris claro, microlitos de plagioclasa (23%), idiomórfica, tabular, de 0,1 x 0,01 mm; piroxeno (5%) y opacos (3%), hipidiomórficos, tabulares, de 0,1 x 0,1 mm; y vesículas (15%), alargadas, de 0,3 x 0,1 mm.

Fenocristales

Plagioclasa (31%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 3,4 x 0,7 y 0,5 x 0,2 mm, zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad.

Clinopiroxeno (6%), hipidiomórfico, tabular, de 1 x 0,4 mm.

Ortopiroxeno (4%), xenomórfico, tabular, de 1 x 0,7 mm, con bordes de clinopiroxeno.

Accesorios

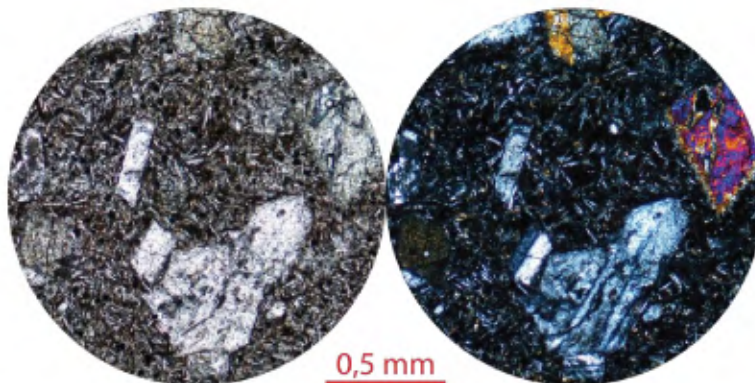
Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,8 x 0,3 mm.

Alteraciones

Manchas cafés en plagioclasa.

Arcillitización de plagioclasa, clinopiroxeno y ortopiroxeno.



Código muestra: 5ME33,9 **Ubicación:** Piezómetro ME – 5, Senara Tempisque, profundidad: 33,9 m.

Descripción macroscópica soporte por clasto

Lava negra de textura afanítica porfirítica, con fenocristales de plagioclasa (5%), tabular, de 2 mm; epidota (10%), granular, de 2 mm y vesículas (20%), alargadas, de 6 mm.

Descripción microscópica

Textura y matriz

Textura hipocristalina porfirítica seriada hipidiomórfica. Otras texturas: Cribosa, glomeroporfirítica con plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno y opacos, microlitos orientados, e inclusiones de clinopiroxeno en plagioclasa.

Matriz microlítica (85%), compuesta de vidrio café anaranjado, microlitos de plagioclasa (27%), hipidiomórfica, tabular, de 0,2 x 0,01 mm; piroxeno (1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,01 mm; opacos (7%), xenomórficos, sin hábito reconocible, menores a 0,01 mm; y vesículas (7%), alargadas, de 2,9 x 0,8 mm. Algunas vesículas con borde negro.

Fenocristales

Plagioclasa (11%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 2,4 x 0,8 y 0,7 x 0,3 mm, zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad.

Clinopiroxeno (2%), xenomórfico, tabular, de 1,5 x 0,5 mm.

Accesorios

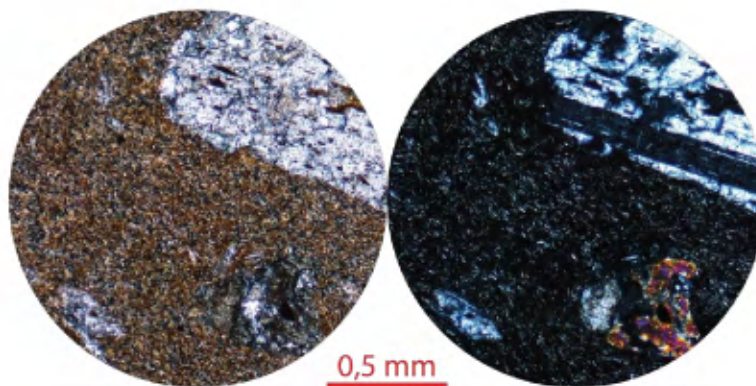
Ortopiroxeno (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,8 x 0,4 mm.

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, granulares, de 0,2 x 0,2 mm.

Alteraciones

Plagioclasa arcillitizada.



Código muestra: 5ME47 **Ubicación:** Piezómetro ME – 5, Senara Tempisque, profundidad: 47 m.

Descripción macroscópica soporte por clasto

Lava negra de textura afanítica porfírica, con fenocristales de plagioclasa (10%), tabular, de 1 mm; y piroxeno (15%), granular, de 3 mm. Con alteraciones anaranjada y amarilla.

Descripción microscópica

Textura y matriz

Textura hipocristalina porfírica seriada hipidiomórfica. Otras texturas: Cribosa, y glomeroporfírica con plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno y opacos.

Matriz microlítica (78%), compuesta de vidrio café claro, microlitos de plagioclasa (23%), hipidiomórfica, tabular, de 0,1 x 0,01 mm; piroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,1 x 0,01 mm; y opacos (8%), hipidiomórficos, tabulares, menor a 0,01 mm.

Fenocristales

Plagioclasa (18%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 3,2 x 1,3 y 0,7 x 0,4 mm, con zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad.

Clinopiroxeno (2%), xenomórfico, tabular, de 2,7 x 1,5 mm.

Accesorios

Ortopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,8 x 0,6 mm.

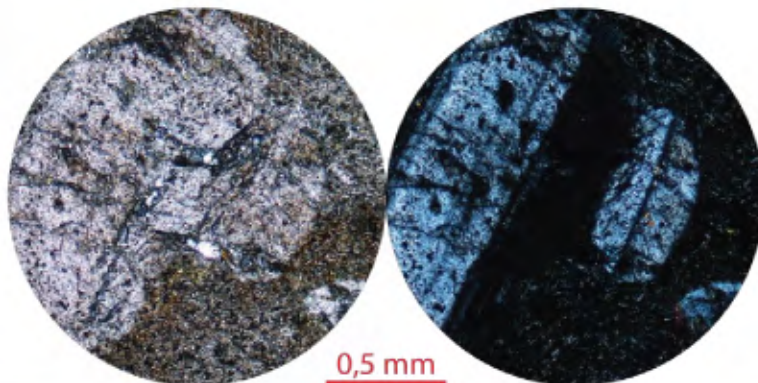
Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,4 x 0,3 mm.

Alteraciones

Inclusiones anaranjadas en plagioclasa.

Arcillitización en plagioclasa, clinopiroxeno y ortopiroxeno.



Código muestra: 5ME72,84 **Ubicación:** Piezómetro ME – 5, Senara Tempisque, profundidad: 72,84 m.

Descripción macroscópica soporte por clasto

Lava negra vesicular, de textura afanítica porfirítica, con fenocristales de plagioclasa (20%), tabular, de 3 mm y vesículas (15%), alargadas, de hasta 6 mm.

Descripción microscópica

Textura y matriz

Textura hipocristalina porfirítica seriada hipidiomórfica. Otras texturas: Cribosa, glomeroporfirítica con plagioclasa y clinopiroxeno.

Matriz criptocristalina (89%) compuesta de vidrio café claro, cristalitos (40%) y vesículas (46%), amorfas, de 3,7 x 3,4 mm.

Fenocristales

Plagioclasa (9%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 3,7 x 1,1 y 0,7 x 0,3 mm, zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad.

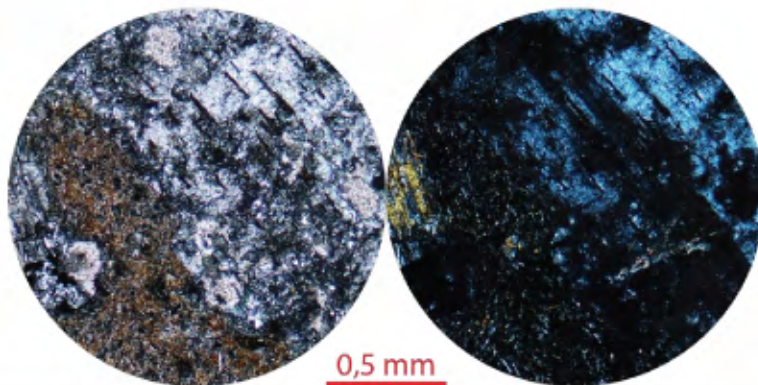
Clinopiroxeno (1%), xenomórfico, tabular, de 0,7 x 0,4 mm.

Accesorios

Ortopiroxeno (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 1,2 x 0,6 mm.

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,03 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,3 x 0,3 mm.



Código muestra: 12ME52 **Ubicación:** Piezómetro ME – 12, Senara Tempisque, profundidad: 52 m.

Descripción macroscópica soporte por clasto

Lava afírica, gris oscuro, con vesículas (35%), alargadas, de hasta 3 mm, rellenas de alteraciones de color amarillo verdoso y celeste claro. Vetas silíceas amarillas de hasta 2 mm.

Descripción microscópica

Textura y matriz

Textura Hialina equigranular hipidiomórfica. Otras texturas: Glomeroporfirítica con plagioclasa, clinopiroxeno y opacos, y microlitos de plagioclasa orientados.

Matriz microlítica (99%), compuesta de vidrio gris claro, cristalitas de feldespatos (12%); microlitos de plagioclasa (1%), idiomórficos, tabulares, de 0,2 x 0,01 mm; opacos (2%), hipidiomórficos, granulares, menores a 0,01 mm, y vesículas (14%), amorfas, de 3,8 x 3,2 mm.

Fenocristales (accesorios)

Plagioclasa (<1%), hipidiomórfica, tabular, de 1 x 0,4 mm, con maclas de Karlsbad.

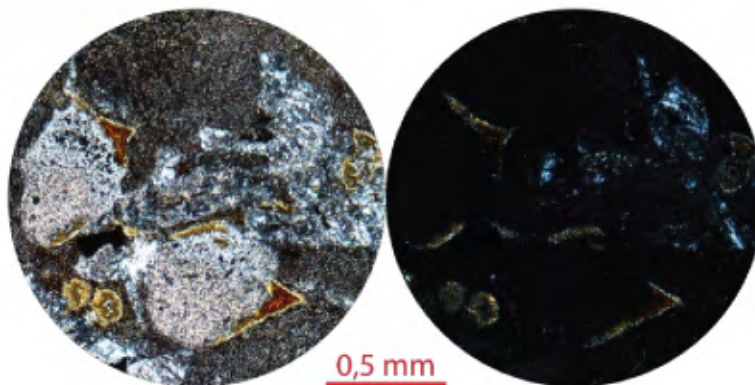
Clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,4 x 0,1 mm. Sólo en glomeropórfiros.

Opacos (<1%), hipidiomórficos a xenomórficos, tabulares, de 0,3 x 0,1 mm.

Alteraciones

Manchas anaranjadas.

Plagioclasa arcillitizada.



Código muestra: 12ME63,79 **Ubicación:** Piezómetro ME – 12, Senara Tempisque, profundidad: 63,79 m.

Descripción macroscópica soporte por clasto

Lava afírica, negra, con restos de feldespatos arcillitizados, presenta vetas de calcita, de hasta 7 mm de grosor, de colores verde musgo y amarillo claro.

Descripción microscópica

Textura y matriz

Textura hialina porfirítica seriada. Otras texturas: Glomeroporfirítica con plagioclasa, clinopiroxeno y opacos; cumulitos de plagioclasa; cribosa en plagioclasa; y microlitos de plagioclasa orientados.

Matriz microlítica (97%), compuesta de vidrio gris claro, microlitos de plagioclasa (24%), hipidiomórfica, tabular, de 0,1 x 0,01 mm; piroxeno (1%), hipidiomórfico, tabular, menor a 0,01 mm; y opacos (9%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,1 x 0,01 mm.

Fenocristales

Plagioclasa (2%), hipidiomórfica, tabular, con dos generaciones de 1 x 0,5 y 0,2 x 0,1 mm, zonación discontinua, maclas polisintéticas y de Karlsbad.

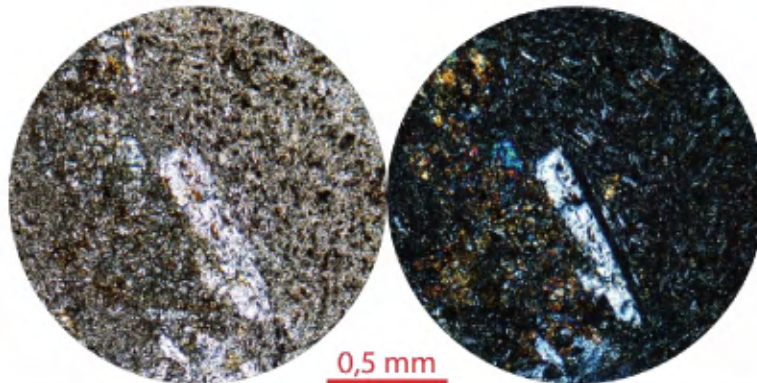
Accesorios

Clinopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,5 x 0,4 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, sin hábito reconocible, de 0,3 x 0,2 mm.

Alteraciones

Plagioclasa arcillitizada.



Código muestra: 4-11-2-15 **Ubicación:** 372060/284094

Lava negra de textura afanítica porfirítica con fenocristales de plagioclasa (9%), tabular, de 2 mm; y piroxeno (5%), tabular, de 2 mm. Presenta un frente de meteorización anaranjado de 2 mm y arcillitización en plagioclasa.

Descripción macroscópica soporte por clasto

Descripción microscópica

Textura y matriz

Textura hipocrystalina porfirítica hipidiomórfica. Otras texturas: Cribosa; presencia de fenocristales alineados; y poiquilítica con clinopiroxeno sobre plagioclasa.

Matriz (74%), fluidal con vidrio incoloro (3%), acumulado cerca de los fenocristales con microlitos de plagioclasa (68%), hipidiomórfica, tabular, de 0,1 mm, con maclas de Karlsbad; clinopiroxeno (1%), xenomórfica, hexagonal, de hasta 0,1 x 0,1 mm; y vesículas (2%), amorfas, de bordes redondeados, de hasta 1,6 x 1 mm.

Fenocristales

Plagioclasa (21%), hipidiomórfica a xenomórfica, tabular, de hasta 3,5 x 0,6 mm, con zonación continua, maclas de Karlsbad.

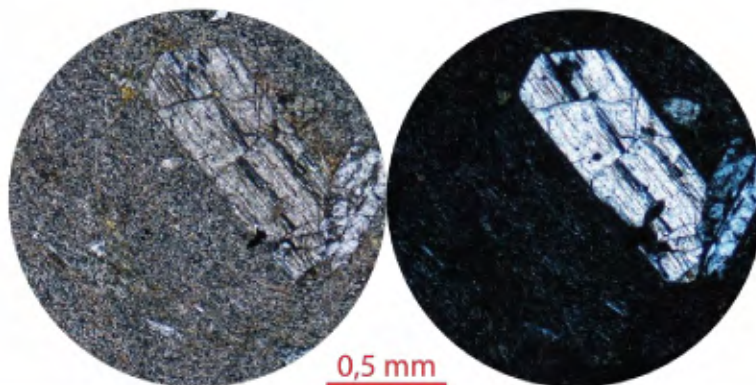
Clinopiroxeno (3%), hipidiomórfico, granular, de hasta 0,6 x 0,6 mm, con maclas simples.

Ortopiroxeno (2%), xenomórfico, tabular, de hasta 1,4 x 0,9 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, granulares, de hasta 0,3 x 0,3 mm.



Código muestra: 1-11-2-15 **Ubicación:** 364158/278614

Descripción macroscópica soporte por clasto

Lava de textura afanítica porfírica, matriz negra, café cuando está meteorizada y fenocristales de plagioclasa (15%), tabular, de 4 mm; y piroxeno (7%), verdes por meteorización, tabular, de 4 mm. Matriz con pátina café y morado brillante (bornita). Frente de meteorización de 4 mm.

Descripción microscópica

Textura y matriz

Textura hipocrystalina porfírica xenomórfica. Otras texturas: Cribosa y fenocristales pseudo-orientados. Matriz (72%), fluidal con vidrio café claro (14%) con variaciones amarillas, microlitos de plagioclasa (57%), hipidiomórfica, tabular, de hasta 0,1 mm, con maclas de Karlsbad y sericitizada; y clinopiroxeno (1%), xenomórfico, tabular, de hasta 0,1 mm.

Fenocristales

Plagioclasa (25%), xenomórfica, tabular, de hasta 2,6 x 0,9 mm, con zonación continua, maclas de Karlsbad y sericita.

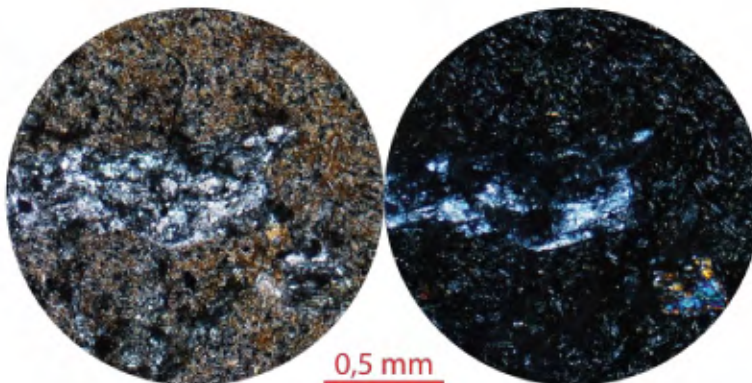
Clinopiroxeno (2%), xenomórfico, granular, de hasta 0,3 x 0,3 mm.

Accesorios

Ortopiroxeno (<1%), xenomórfico, tabular, de hasta 0,7 x 0,3 mm.

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,2 x 0,1 mm.

Opacos (<1%), xenomórficos, granulares, de hasta 0,3 x 0,3 mm.



Código muestra: 3-7-5-15 Ubicación: 393500/270920

Descripción macroscópica soporte por clasto

Lava negra de textura afanítica porfirítica, con fenocristales de plagioclasa (25%), tabular, de hasta 6 mm. Agregados amarillo verdoso (3%), vesiculares, alargados, de hasta 4 mm. Clastos anaranjados (1%), subredondeados, de hasta 3 mm.

Descripción microscópica

Textura y matriz

Textura hipocristalina porfirítica xenomórfica. Otras texturas: Glomeroporfirítica con plagioclasa clinopiroxeno y ortopiroxeno; y cribosa.

Matriz (72%), fluidal compuesta de vidrio (24%), y microlitos de plagioclasa (43%), idiomórfica, tabular, de hasta 0,2 mm; clinopiroxeno (1%), xenomórfico, tabular, de hasta 0,1 x 0,1 mm; y vesículas (4%), amorfas, de hasta 2,6 x 0,9 mm.

Fenocristales

Plagioclasa (18%), hipidiomórfica a xenomórfica, tabular, con dos generaciones de hasta 3,1 x 0,8 y 0,4 x 0,1 mm, zonación continua y discontinua, maclas de Karlsbad y alteración a sericita.

Ortopiroxeno (4%), xenomórfico, tabular, de hasta 1,1 x 0,8 mm.

Clinopiroxeno (3%), xenomórfico, tabular, de hasta 2,1 x 1 mm, con maclas simples y se encuentra mayoritariamente en glomeroporfiritos.

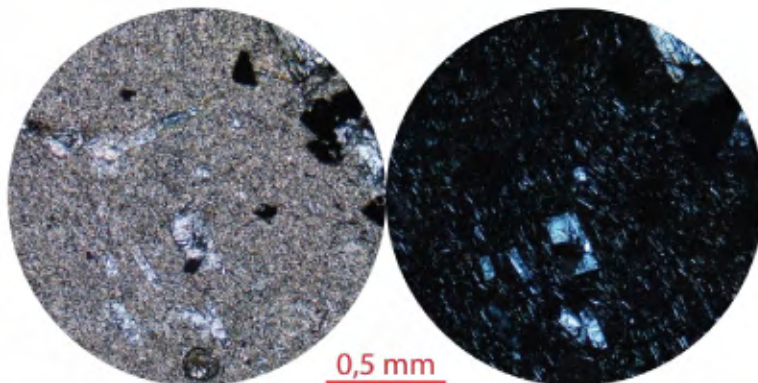
Opacos (2%), xenomórficos, granulares, de hasta 0,4 x 0,3 mm.

Accesorios

Apatito (<1%), hipidiomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.

Alteraciones

Presenta vetas de sericita.



Código muestra: 3-25-6-14 **Ubicación:** 366345/295533

Descripción macroscópica soporte por clasto

Lava gris oscuro, de textura afanítica porfirítica, con fenocristales de plagioclasa (8%), tabular, de 2 mm. Cumulitos de plagioclasa y piroxenos (4%), de hasta 4 mm. Frente de meteorización anaranjado, de hasta 2 mm.

Descripción microscópica

Textura y matriz

Textura hipocristalina porfirítica xenomórfica. Otras texturas: Glomeroporfirítica en plagioclasa, clinopiroxeno, opacos y ortopiroxeno.

Matriz (84%), fluidal compuesta de vidrio (50%), y microlitos de plagioclasa orientados (34%), idiomórficos, tabulares, de hasta 0,1 mm, algunas completamente sericitizadas.

Fenocristales

Plagioclasa (11%), hipidiomórfica a xenomórfica, tabular, con dos generaciones de hasta 1,9 x 1 y 0,4 x 0,1 mm, zonación continua y maclas de Karlsbad.

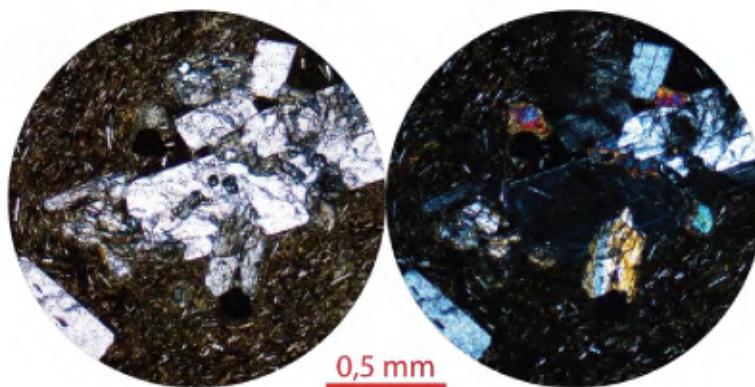
Clinopiroxeno (2%), xenomórfico, tabular, de hasta 1,1 x 0,4 mm.

Ortopiroxeno (2%), hipidiomórfico, tabular, de hasta 1 x 0,8 mm.

Opacos (1%), xenomórficos, granulares, de hasta 0,3 x 0,2 mm

Accesorios

Apatito (<1%), xenomórfico, tabular, de 0,1 x 0,1 mm.



Apéndice 4. Análisis químicos

Elementos mayores de las muestras analizadas (% de peso)

Muestra	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	BaO	SO2	Cl	Sum
6CN87,45	67,94	0,62	13,55	2,68	0	0,37	1,37	2,65	5,42	0,25	0	0,01	0,14	94,98
6CN87,45	69,35	0,45	13,62	2,48	0	0,44	1,27	3,49	4,77	0,15	0	0,01	0,13	96,16
6CN87,45	68,77	0,73	13,28	2,53	0	0,32	1,14	3,34	5,18	0	0	0,01	0,13	95,43
6CN87,45	68,15	0,54	13,27	2,56	0,26	0,31	1,21	3,60	4,76	0,16	0	0,01	0,11	94,93
6CN87,45	68,44	0,35	13,38	2,58	0	0,36	1,16	3,57	4,69	0,15	0	0,01	0,12	94,80
6CN87,45	67,76	0,58	13,35	2,30	0	0,40	1,12	3,68	5,10	0,15	0	0,01	0,14	94,59
6CN87,45	67,58	0,55	13,07	2,56	0	0,40	1,21	3,86	4,76	0	0	0,01	0,12	94,11
6CN87,45	68,41	0,53	13,44	2,70	0	0,34	1,16	3,20	4,93	0	0	0,01	0,13	94,87
6CN87,45	68,55	0,58	13,44	2,12	0	0,27	1,11	2,56	5,09	0	0	0,01	0,13	93,85
6CN87,45	67,96	0,51	13,59	2,79	0	0,47	1,08	3,68	4,65	0,12	0	0,01	0,13	94,99
12ME17,53	73,70	0	11,37	0,79	0	0,09	0,76	3,30	3,64	0	0	0,01	0,22	93,87
12ME17,53	74,29	0	11,70	0,68	0	0,14	0,85	3,30	3,68	0	0	0,02	0,21	94,88
12ME17,53	74,01	0	11,18	0,62	0	0,12	0,79	3,18	3,55	0	0	0,01	0,23	93,70
12ME17,53	74,42	0	11,41	0,83	0	0,14	0,78	3,26	3,48	0	0	0,01	0,22	94,54
12ME17,53	75,09	0,32	11,27	0,65	0	0,09	0,82	3,57	3,74	0	0	0,01	0,17	95,73
12ME17,53	73,94	0	11,58	0,45	0	0	0,69	2,76	4,38	0	0	0	0,05	93,86
12ME17,53	74,43	0	11,59	0,64	0	0,11	0,79	3,38	3,87	0	0	0,01	0,17	95,00
12ME17,53	74,37	0	11,49	0,52	0	0	0,79	3,28	3,76	0	0	0,01	0,13	94,37
12ME17,53	73,90	0	11,54	0,68	0	0	0,79	3,44	3,78	0	0	0,02	0,26	94,40
12ME17,53	75,02	0	11,60	0,64	0	0	0,76	3,77	3,80	0	0	0,02	0,19	95,79
19ME146	67,40	0,71	14,72	2,16	0	0,44	1,04	3,07	5,58	0	0	0,02	0,11	95,24
19ME146	67,41	0,44	13,33	2,59	0	0,44	0,88	3,40	5,74	0	0,35	0,01	0,11	94,70
19ME146	68,22	0,53	13,49	2,09	0	0,46	1,00	2,77	6,36	0	0	0,01	0,10	95,02
19ME146	67,74	0,49	13,61	2,23	0	0,56	1,07	3,02	5,55	0	0	0,01	0,11	94,39
19ME146	67,03	0,48	13,70	2,40	0	0,60	1,08	2,86	5,90	0,14	0	0,01	0,09	94,30
19ME146	67,78	0,53	14,08	2,31	0	0,54	1,12	3,42	5,61	0,14	0	0,01	0,09	95,63
19ME146	69,14	0,40	13,77	2,10	0	0,27	0,60	2,51	6,53	0	0	0,01	0,10	95,43
19ME146	68,72	0,37	13,65	2,38	0	0,63	0,86	3,19	5,93	0	0	0,01	0,10	95,85
19ME146	67,16	0,39	13,88	2,53	0	0,53	0,89	3,49	5,75	0	0	0,01	0,12	94,77
19ME146	67,65	0,49	13,52	2,42	0	0,54	0,86	2,87	5,95	0	0	0,02	0,12	94,44
M60	67,87	0,58	13,51	2,48	0	0,67	1,93	3,72	4,08	0	0	0,03	0,10	94,98
M60	66,40	0,51	13,56	2,69	0	0,65	2,00	4,32	3,50	0,15	0	0,04	0,11	93,93
M60	67,86	0,74	13,58	2,54	0,22	0,69	1,99	4,09	4,00	0,14	0	0,04	0,10	95,98
M60	67,36	0,71	13,82	2,58	0	0,69	2,01	4,35	3,88	0,17	0	0,04	0,09	95,70
M60	67,35	0,66	13,37	2,75	0	0,62	1,96	4,17	3,87	0,17	0	0,03	0,08	95,03
19ME102,3	70,78	0	12,90	1,18	0	0,41	1,23	4,07	3,38	0	0	0,01	0,20	94,16
19ME102,3	71,00	0	13,15	1,10	0	0,30	1,16	3,59	3,49	0	0	0,02	0,20	94,01

*Hierro total