

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



TESIS

**CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE
LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO
COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO GEÓLOGO

AUTOR:

Bach. Aguilar Malimba Melany Grissel

ASESOR:

Dr. Ing. Quispe Mamani Crispín Zenón

CAJAMARCA – PERÚ

2023



CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

La que suscribe, Directora de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca certifica:

La originalidad de la tesis denominada **CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA**, realizada por la Bachiller en Ingeniería Geológica **Melany Grissel Aguilar Malimba**, de acuerdo al resultado del análisis reportado por su asesor Dr. Crispín Zenón Quispe Mamani con el software antiplagio Urkund que indica **3% (tres por ciento)** de índice de similitud, asignándole el código D173480144.

Se expide el presente certificado para los fines pertinentes.

Cajamarca, 08 de setiembre del 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN


Dra. Wonne Katherine Fernández León
DIRECTORA

Cc.
Archivo
c11123ma

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profunda gratitud a mi familia por su amor inagotable, apoyo y sabiduría. Su presencia constante y ejemplo de vida han dejado un impacto positivo en mi corazón. Gracias a su amor incondicional, he superado obstáculos y alcanzado llegar a este propósito. Agradezco a las empresas y profesionales que generosamente compartieron sus conocimientos y experiencias, su orientación y apoyo han sido esenciales en mi crecimiento particular. Cada oportunidad de aprendizaje ha sido invaluable para mi desarrollo y éxito.

Por último, mencionar mi aprecio a mi casa superior de estudios, la Universidad Nacional de Cajamarca y los docentes de la Escuela de Ingeniería Geológica y con esto deseo expresar mi estima al Dr. Crispín Zenón Quispe Mamani, por su guía experta, he sido capaz de cumplir los objetivos del presente trabajo.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a las personas más importantes en mi vida: mi madre y mis queridos abuelos. Su amor incondicional, apoyo constante y sabia guía han sido fundamentales en mi camino. Les agradezco profundamente por ser mi fortaleza. Esta tesis es un testimonio de mi gratitud hacia ustedes, mi amada familia, por ser mi impulso y mi inquebrantable fuente de inspiración en el logro de mis metas.

CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ALBÚM DE FOTOS	x
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II	3
MARCO TEÓRICO	3
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
2.1.1. Internacionales	3
2.1.2. Nacionales	3
2.1.3. Locales	4
2.2. BASES TEÓRICAS	5
2.2.1. Petrología en las Rocas Volcánicas	5
2.2.2. Productos Volcánicos	5
2.2.2.1. Depósitos de Caída Piroclásticas	7
2.2.2.2. Depósitos de Flujo Piroclásticos.....	7
2.2.2.3. Depósitos de Oleada Piroclásticas.....	9
2.2.2.4. Depósitos Sedimentarios Vulcanogénicos	10
2.2.3. Componentes Principales de los Depósitos Piroclásticos	10
2.2.4. Características de los Depósitos de Piroclásticos	11
2.2.4.1. Soldamiento, Desvitrificación y Cristalización.....	11

	Pág.
2.2.4.2. Grado de Soldamiento	12
2.2.4.3. Geometría y Relación de Aspecto	12
2.2.4.4. Dimensiones de los Flujos Piroclásticos	12
2.2.4.5. Variaciones Texturales.....	13
2.2.4.6. Zonación Composicional	13
2.2.5. Propiedades Descriptivas de las Rocas Volcánicas.....	13
2.2.5.1. Características Físicas.....	13
2.2.5.2. Características Mineralógicas.....	16
2.2.6. Clasificación de las Rocas Volcánicas.....	17
2.2.6.1. Diagrama QAPF o Streckeisen.....	17
2.2.6.2. Clasificación en Función a la Granulometría y el Contenido de Piroclastos	19
2.2.7. Descripción de Facies.....	20
2.2.8. Secuencias Volcánicas.....	21
2.2.9. Microscopía.....	22
2.2.10. Características Químicas	23
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	24
CAPITULO III	25
MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
3.1.1. Geográfica	25
3.1.2. Política	25
3.1.3. Accesibilidad	26
3.2. PROCEDIMIENTO	27
3.2.1. Planificación.....	27
3.2.1.1. Etapa Preliminar a Campo.....	27
3.2.1.2. Etapa de Campo	27
3.2.1.3. Etapa de Laboratorio.....	27

	Pág.
3.2.1.4. Etapa de Gabinete	28
3.2.2. Metodología	28
3.2.2.1. Tipo, Nivel, Diseño y Método de Investigación (Baptista et al, 2010).....	28
3.2.2.2. Población de Estudio.....	29
3.2.2.3. Muestras	29
3.2.2.4. Unidad de Análisis	29
3.2.3. Definición de Variables	29
3.2.4. Técnicas	30
3.2.5. Instrumento y Equipos	31
3.2.5.1. Equipos.....	31
3.2.5.2. Materiales	32
3.2.5.3. Soporte Técnico, Programas de Computador Utilizados.....	33
3.2.6. Tratamiento, Análisis De Datos Y Presentación De Resultados	33
3.3. CONTEXTO GEOLÓGICO	34
3.3.1. Geomorfología	34
3.3.1.1. Superficies De Erosión	34
3.3.1.2. Disyunción Columnar	34
3.3.1.3. Valles.....	35
3.3.1.4. Drenaje	35
3.3.2. Unidades Morfogenéticas.....	36
3.3.3. Geología Estructural.....	38
3.3.4. Geología Local	40
3.3.4.1. Grupo Pulluicana.....	40
3.3.4.2. Formación Mujarrún y Grupo Quilquiñán	41
3.3.4.3. Formación Cajamarca	42
3.3.4.4. Volcánico Huambos.....	42
3.3.4.5. Depósitos Cuaternarios	43

	Pág.
CAPITULO IV	44
DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	45
4.1. CARACTERIZACIÓN PETROGRÁFICA MACROSCÓPICA	44
4.2. CARACTERIZACIÓN PETROGRÁFICA MICROSCÓPICA	52
4.2.1. Caracterización y Descripción Petrográfica de las Muestras Volcánicas	53
4.3. ESTUDIO DE COMPONENTES DE ALTERACIÓN POR ESPECTROMETRÍA DE INFRARROJO	74
4.4. CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA	76
4.4.1. Clasificación Geoquímica TAS (Total Alkali Silica), según Le Maitre, 2002	77
4.4.2. Clasificación Geoquímica Nb/Y vs. Zr/Ti de Rocas Ígneas (Pearce, 1996)	79
4.4.3. Clasificación Geoquímica Para la Diferenciación de la Series Magmáticas – Kuno, 1968 y Irvine & Baragar, 1971	80
4.4.4. Clasificación Geoquímica Y-Zr Discriminación de Serie Magmática en Elementos Trazas, según Barret y McLean (1999)	82
4.4.5. Clasificación Geoquímica Para Determinar el Ambiente Tectónico – Pearce, 1984	82
4.4.6. Clasificación Geoquímica Para Discriminar el Ambiente Formacional – Pearce et al., 1975	84
4.5. EVOLUCIÓN ERUPTIVA	85
4.5.1. Evento I (Nm-huam. Evento I)	85
4.5.2. Evento II (Nm-Huam. Evento II)	88
4.5.3. Evento III (Nm-Huam. Evento III)	90
4.5.4. Evento IV (Nm-Huam. Evento IV)	93
4.5.5. Rocas Intrusivas	94
4.6. CARACTERIZACIÓN TEXTURAL	96
4.7. CENTRO ERUPTIVO	97
4.8. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	99

	Pág.
CAPITULO V	100
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
5.1. CONCLUSIONES	100
5.2. RECOMENDACIONES	101
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102
ANEXOS	105
ANEXO 01. PANEL FOTOGRÁFICO	105
ANEXO 02. ESPECTROS DE REFLECTANCIA	107
ANEXO 03. FORMATOS DE CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS	110
ANEXO 04. RESULTADOS Y CERTIFICADOS DE LABORATORIO	170
ANEXO 05. PLANOS TEMÁTICOS	175

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Grado de Cristalinidad.....	14
Tabla 2: Tamaño de grano.....	14
Tabla 3: Índice de color.....	16
Tabla 4: Depósitos y rocas piroclásticas.....	19
Tabla 5: Coordenadas de los vértices del área de investigación.....	25
Tabla 6: Accesibilidad al área de investigación.....	26
Tabla 7: Clasificación y los tipos de investigación.....	29
Tabla 8: Variables Independientes y Dependientes.....	30
Tabla 9: Relación entre las variables, indicadores y técnicas e instrumentos de datos.....	31
Tabla 10: Unidades Morfogenéticas establecidas según su pendiente.....	36
Tabla 11: Caracterización de 60 muestras de rocas volcánicas y subvolcánicas en Molino del Arco, El Triunfo y alrededores de Combayo. Incluye detalles de la Unidad Litoestratigráfica, coordenadas UTM, clasificación por génesis y minerales máficos, textura y modo de ocurrencia.....	45
Tabla 12: Clasificación modal según Streckeisen (1979), Schmid (1981) y Fisher (1966).	48

	Pág.
Tabla 13: Descripción macroscópica y microscópica de la muestra MVH-01.	53
Tabla 14: Descripción de Fotomicrografías para la muestra MVH-01	55
Tabla 15: Descripción macroscópica y microscópica de la muestra MVH-11	56
Tabla 16: Descripción de Fotomicrografías para la muestra MVH-11	58
Tabla 17: Descripción macroscópica y microscópica de la muestra MVH-13.	59
Tabla 18: Descripción de Fotomicrografías para la muestra MVH-13.	61
Tabla 19: Descripción macroscópica, microscópica y fotomicrografía de la muestra MVH-17.	62
Tabla 20: Descripción macroscópica, microscópica y fotomicrografías de la muestra MVH-21.	64
Tabla 21: Descripción macroscópica y microscópica de la muestra MVH-25.	66
Tabla 22: Descripción de Fotomicrografías para la muestra MVH-25.	68
Tabla 23: Descripción macroscópica y microscópica de la muestra MVH-32.	69
Tabla 24: Descripción de Fotomicrografías para la muestra MVH-32.	71
Tabla 25: Descripción macroscópica, microscópica y fotomicrografías de la muestra MVH-35.	72
Tabla 26: Resultados de espectrometría por infrarrojo con Halo Terraspec 4 Hi Res.	74
Tabla 27: Análisis químico de elementos mayores en las 30 rocas volcánicas seleccionadas, mediante la técnica de Fluorescencia de Rayos X (XRF). Valores recalculados al 100 %.	77
Tabla 28: Valores en porcentaje de Zr, Ti, Nb y Y, para la clasificación Zr/Ti y Nb/Y de las 08 contramuestras analizadas por el método ICP-OES.	80
Tabla 29: Porcentaje de K ₂ O, Na ₂ O, FeO(t) y MgO utilizados para clasificar y determinar la Serie Magmática de origen de las muestras analizadas.	81
Tabla 30: Valores en ppm para Y, Rb y Nb en la clasificación geoquímica para determinar el Ambiente Tectónico.	83
Tabla 31: Porcentajes de TiO ₂ , K ₂ O y P ₂ O ₅ utilizados como indicadores para discernir el ambiente de formación de las rocas ígneas.	84

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Diagrama de flujo que muestra los diferentes tipos de fragmentos que constituyen los depósitos volcánicos (Modificado de Murcia y Borrero, 2013).	6
Figura 2: Representación de los depósitos de caída piroclásticas (Cas y White, 1988).	7
Figura 3: Representación de los Depósitos de Flujos Piroclásticos (Cas y White, 1988).	8
Figura 4: Erupción de columna pliniana y colapso inferior generando flujos de densidad estratificados, siendo más densos en la base (Druitt, 1988).	8
Figura 5: Columna de depósitos piroclásticos primarios muestra pseudoestratificaciones y fragmentos balísticos (Cas y White, 1988).	9
Figura 6: Representación de una Oleada Piroclástica (Cas y White, 1988).	10
Figura 7: Clasificación de los depósitos piroclásticos según su tipo de emplazamiento y relación con la topografía previa (Cas y Wrigth, 1987).	12
Figura 8: Clasificación de grado de cristalinidad (Modificado de Williams et al, 1954).	14
Figura 9: a) Sienogranito con cristales <1 mm (grano fino) b) Monzogranito con cristales por mayores a un 1 mm (grano medio) c) Cristales de nefelina de 6 – 7 mm en una sienita (grano grueso) (Universidad Complutense de Madrid, 2010).	15
Figura 10: Diagrama QAPF para clasificación y nomenclatura de rocas volcánicas (Modificado de Streckeisen, 1979). I: riolitoides, II: dacitoides, III: traquitoides, IV: andesitoides/basaltoides, V: fonolitoides y VI: tefritoides, VII: foiditoides y VIII: ultramáficas.	18
Figura 11: Nomenclatura utilizada para la clasificación de rocas piroclásticas según la granulometría (Fisher, 1966)	19
Figura 12: Clasificación de tobas según el tipo de piroclasto (Schmid, 1981).	20
Figura 13: Depósito de flujo piroclástico soldado. (A) Depósito masivo. (B) Depósito estratificado. P, parte rica en pómez del estrato 2b; L, parte rica en líticos del estrato 2a (Spark et al, 1973).	21
Figura 14: Variación de secuencias volcánicas relacionadas con la distancia del centro de emisión central (Modificado de Walker, 1983).	21
Figura 15: Fotomicrografías de propiedades ópticas en rocas y fósiles con nícoles paralelos y cruzados (Acero et al, 2013).	22
Figura 16: Clasificación química de las rocas ígneas volcánicas. Diagrama TAS - Total Alkalies vs. Silica - (Le Maitre, 2002).	23
Figura 17: Clasificación de 60 muestras de roca volcánica según Streckeisen (1979). Esta clasificación se utilizó para determinar los nombres de las rocas volcánicas efusivas y subvolcánicas, así como para identificar la composición de las rocas piroclásticas.	49

	Pág.
Figura 18: Clasificación de un total de 49 muestras de rocas piroclásticas, basándose en el tipo de componentes que conforman cada muestra, como cristales, vidrio y fragmentos de roca (Schmid, 1981).....	50
Figura 19: Clasificación de Fisher (1996), aplicada a las 49 muestras de rocas piroclásticas para evaluar su relación con el tamaño de su granulometría.	51
Figura 20: Distribución cuantitativa y porcentual de las muestras clasificadas según los criterios de Fisher (1966), Schmid (1981) y Streckeisen (1979).....	52
Figura 21: Diagrama TAS (Total Alkali Silica) para las 30 muestras de rocas volcánicas (Le Maitre, 2002). Se muestra la división alcalina/subalcalina de Irvine y Baranger (1971) y la subdivisión del campo subalcalino de Rickwood (1989).....	78
Figura 22: Diagrama Zr/Ti vs. Nb/Y para clasificar las 08 contramuestras de rocas volcánicas, basado en el esquema de clasificación propuesto por Pearce (1996).....	79
Figura 23: Diagrama AFM, basado en los valores de K ₂ O+Na ₂ O (A), FeO(t) (F) y MgO (M), para clasificar 08 muestras volcánicas. Los límites entre las series calcoalcalina y toleítica son de IRVINE Y BARAGAR (1971; línea azul) y de KUNO (1968; línea verde).....	81
Figura 24: Diagrama Y vs. Zr para la discriminación de series magmáticas en elementos traza. (Barrett y McLean, 1999).....	82
Figura 25: Proyección de 08 muestras volcánicas en el diagrama de elementos traza Y+Nb/Rb para discriminar el ambiente tectónico (Pearce et al. 1984).....	83
Figura 26: Clasificación geoquímica para discriminar el ambiente de formación de las rocas ígneas (Pearce et al, 1975).....	84

ALBÚM DE FOTOS

	Pág.
Foto 1: Superficies de erosión en el Cerro Entierro. Coordenadas (UTM): N: 9219473, E: 787322, C: 2996.....	34
Foto 2: Disyunción Columnar en ignimbritas del Volcánico Huambos (Evento IV). Coordenadas (UTM): N:9223558, E:784225, C:3445.	35
Foto 3: Valle Juvenil en forma de “V” al margen derecho del Río Azufre al SW del Caserío Bellavista Baja. Coordenadas (UTM): 9220830, E:786099, C: 3100....	35
Foto 4: Planicies cercanas a las faldas del Cerro Ormacha. Coordenadas (UTM): N: 9222687, E: 786672, C: 3370.....	36
Foto 5: Lomadas presentando una forma convexa, en el Cerro Rangra al NE del Caserío Apalín Alto. Coordenadas (UTM): N: 9220617, E: 784676, C: 3327. ...	37

	Pág.
Foto 6: Laderas cercanas a el Cerro Ormacha, al NE del Centro Poblado de Combayo. Coordenadas (UTM): N: 9222449, E: 787033, C: 3324.....	37
Foto 7: Escarpe, unidad morfogénica erosionada por escorrentía aguas arriba del Río Azufre, con una pendiente de 75°. Coordenadas (UTM): N: 9219896, E: 785855, C: 2988.....	38
Foto 8: Sinclinal al NE del Centro Poblado de Combayo con dirección de eje NO -SE en rocas calcáreas y carbonatadas de la Formación Mujarrún y Grupo Quilquiñán. Coordenadas (UTM): N: 9223892, E: 787409, C: 3733.	39
Foto 9: a) Falla normal local con azimut N170° y buzamiento 40°SO, se observa el plano de falla y el movimiento de un bloque con respecto al otro. b) Brecha de falla con clastos monolíticos subangulosos y matriz oxidada de minerales arcillosos, producto del fracturamiento y fricción por el movimiento de esta estructura. Coordenadas (UTM): N: 9220298, E: 787746, C: 3121.....	39
Foto 10: Calizas micríticas grises de grano medio (wackstone y packstone) diaclasadas hasta de 1 metro de espesor. Coordenadas (UTM): N: 9222928, E: 787070, C: 3472.....	41
Foto 11: Secuencia de calizas margosas, limonitas cremas y margas fosilíferas parduzcas (en niveles de 20 a 40 cm de espesor). Coordenadas ref. (UTM): N: 9222917, E: 787068, C: 3460.....	41
Foto 12: Caliza packstone y wackestone gris claro, margas y arcillitas fosilíferas, junto con calizas margosas. Coordenadas. (UTM): N: 9219308, E: 786388, C: 2994.	41
Foto 13: Calizas grises oscuras a azuladas tabulares (Mudstone y Wackstone) con intemperización moderada y cubiertas por material cuaternario. Lapiaces como proceso inicial a la karstificación. Coordenadas (UTM): N: 9218168, E: 786952, C: 2950.....	42
Foto 14: Flujos piroclásticos andesíticos con pómez, lapilli y cristales, y variación de partículas de ceniza fina. Coordenadas (UTM): N:9221617, E:785209, C:3130.	43
Foto 15: Depósitos: a) Fluviales, material subredondeado en zona meándricas. b) Coluviales, Gravas y bloques subangulosos en arena y arcilla, expuesto en carretera. Coordenadas (UTM): N: 9219427, E: 787375, C: 2985.	43
Foto 16: Lahar con clastos subredondeados (5-35 cm) hidrotermalmente alterados en matriz limo-arenosa de ceniza y pómez gris amarillenta. Coordenadas (UTM): N:9221488, E:785222, C:3102.	86

	Pág.
Foto 17: Flujos de escombros con gradación inversa, bloques andesíticos (10-50 cm). Coordenada (UTM): N: 9221490, E: 784248, C: 3008.....	86
Foto 18: Depósito de oleaje con laminación paralela de pómez, ceniza y lapilli en trayectoria balística. Coordenadas (UTM): N: 9218126, E: 786559, C: 2942....	86
Foto 19: Depósito de bloques y cenizas andesíticas y fragmentos piroclásticos porfiríticos. Coordenadas (UTM): N:9219259, E: 786090 m, C:2939.	87
Foto 20: Avalancha de escombros con matriz limo-arcillosa y clastos > 7 cm. Coordenadas (UTM): N:9219264, E: 786012 m, C:2969.	87
Foto 21: Depósito de ceniza, bloques y lapilli blanquecina con cristales, pómez y ceniza. Coordenadas (UTM): N:9219742, E: 785812 m, C:3010.....	87
Foto 22: Flujos de ceniza y lapilli dacíticos con fragmentos volcánicos en matriz soldada. Coordenadas (UTM): N:9221854 m, E: 784506 m, C:3252.....	87
Foto 23: Facie VII: Flujos piroclásticos de pómez y ceniza gris amarillenta, con lapilli y pómez en la base. Coordenada (UTM): N:9219568, E: 787441, C:2983.	88
Foto 24: Facie VIII: Bloques angulosos en flujos de pómez y cenizas con fragmentos lapillíticos y líticos silificados. Coordenadas (UTM): N:9219954, E: 787488, C:3071.	88
Foto 25: Facie IX: Bloques de tobas de brecha volcánica rosáceas en matriz de pómez escorácea y ceniza gris blanquecina. Coordenadas (UTM): N:9220272, E: 787744, C:3111.....	89
Foto 26: Oleadas con fragmentos lapillíticos en matriz de pómez y ceniza gris amarillenta. Coordenadas (UTM): N:9218847, E: 785921, C:3052.	90
Foto 27: Brecha piroclástica con fragmentos de roca ígnea silificada, en matriz de ceniza gris verdosa. Coordenadas (UTM): N:9221573, E: 787461, C:3263.....	90
Foto 28: Aglomerado, clasto señalado de composición andesítica porfirítica. Coordenadas (UTM): N:9222939, E: 785390, C:3263.	90
Foto 29: Depósito piroclástico de ceniza y lapilli de pómez, alteración argílica y estructura stockwork. Coordenadas (UTM): N:9220640, E: 787198, C:3242....	90
Foto 30: Flujos piroclásticos de pómez y cenizas violáceas con fragmentos juveniles. Coordenadas (UTM): N:9220152, E: 784260, C:3366.	92
Foto 31: Depósito pseudo-estratificado de ceniza vítrea con pómez fina. Coordenadas (UTM): N:9220216, E: 784613 C:3379.	92
Foto 32: Avalancha de ceniza y pómez gris con bloques angulares de andesita. Coordenadas (UTM): N:9220567, E: 784677, C:3360.	92
Foto 33: Flujo masivo de cristales, pómez y ceniza gris andesítica. Coordenadas (UTM): N:9221835 m, E: 786406 m, C:3278.....	92

	Pág.
Foto 34: Coladas de ceniza vítrea y pómez beige con escasos líticos volcánicos. Coordenadas (UTM): N:9222331, E: 783259, C:3400.	92
Foto 35: Flujos rosáceos de ceniza y lapilli con pómez, fiammes y clastos juveniles naranjas. Coordenadas (UTM): N:9218312; E: 784215 m, C:3140.	92
Foto 36: Flujos de ceniza y pómez gris verdosa, lapilli y fragmentos monomícticos andesíticos. Coordenadas (UTM): N:9220357, E: 784686, C:3406.	93
Foto 37: Avalancha con bloques volcánicos polimícticos. Coordenadas (UTM): N:9220484, E: 784509, C:3381.	93
Foto 38: Ignimbritas gris blanquecinas, pómez deformadas y aplastadas, litoclastos subvolcánicos blancos, con matriz silicificada. Coordenadas (UTM): N:9220204, E: 784311, C:3365.	94
Foto 39: Intrusivo dómico andesítico, de tonalidad gris verdoso, con fenocristales de plagioclasa, biotita y anfíboles (Ver Anexo 02). Coordenadas (UTM): N: 9222376, E: 784787, C: 3199.	94
Foto 40: Domo dacítico de tonalidad blanquecina, intruyendo la sucesión de flujos piroclásticos de los eventos I y II. Coordenadas (UTM): N: 9218924, E: 784091, C: 3265.	95
Foto 41: Dique andesítico de coloración gris verduzca oscuro con débil cloritización. Proceso de marmolización en calizas debido al metamorfismo de contacto local. Coordenadas (UTM): N: 9223062, E: 787436, C: 3517.	95
Foto 42: Descripción petrográfica de elementos mineralógicos y composicionales en muestras de mano de roca volcánica, utilizando el Microscopio Estereoscópico Universal 8X-32X.	105
Foto 43: Muestras de roca y chips utilizados para estudios petrográficos de lámina delgada y análisis químicos. Recepción de las muestras en instalaciones de INGEMMET.	105
Foto 44: Pulpas para análisis ICP OES – ICP MS.	106
Foto 45: Pulpas y Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X, equipo Olympus Delta Premium.	106
Foto 46: Afloramiento de óxidos de hierro y manganeso en la Formación Cajamarca “Gossan o Sombrero de Hierro”.	106

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

PGLs	:	Plagioclasas
bt	:	Biotita
CLOs	:	Cloritas
OPS	:	Minerales opacos
PXs	:	Piroxenos
OXsFe	:	Óxidos de Hierro.
FPs	:	Feldespatos
ARCs	:	Arcillas
ANFs	:	Anfiboles
Cz	:	Cuarzo
Hor	:	Horblenda
MFs	:	Minerales máficos
py	:	Pirita
MCs	:	Micas
Vd	:	Vidrio volcánico
Fr	:	Fragmento de roca
Cnz	:	Ceniza
Ca	:	Caolinita
Esm	:	Esmectita
Ill	:	Illita
TAS	:	Total Alkali Silica
Mo	:	Montmorillonita

RESUMEN

El Volcánico Huambos, diferenciado por una sucesión de rocas efusivas y piroclásticas, revela la manifestación de un evento volcánico explosivo que tuvo lugar en el Mioceno Superior (Farrar y Noble, 1976; Rivera et al., 2005). El objetivo principal, ha sido la caracterización petrológica de esta unidad litológica, la cual está integrada por depósitos piroclásticos de ceniza, pómez lapillítico y bloques de formas y tamaños variables, identificándose 04 eventos volcánicos distintos. De las 60 muestras de roca volcánica recolectadas, macroscópicamente se establece 54 muestras andesíticas y 06 dacíticas, de las cuales 49 muestras son tobas piroclásticas: 29 tobas de cristales, 08 cristalolíticas, 11 cristalovítreas y 01 litocristalina. Se seleccionó 08 muestras para microscopia revelando contenido de minerales esenciales de plagioclasa, esporádico cuarzo y anfíboles, con minerales accesorios de biotita, óxidos de hierro, micas y arcillas reveladas por Espectrometría de Infrarrojo (Terraspec), las cuales fueron finalmente interpretadas por gráficos de variación química por técnicas de Fluorescencia de Rayos X (XRF) e Espectrometría de Plasma Acoplado Inductivamente (ICP -MS e ICP-OES) demostrando la gradación de un magma intermedio a ácido con composición andesítica a dacítica de la serie calcoalcalina. El cartografiado en escala 1:20 000, delimita estos 04 eventos representados en una columna estratigráfica volcánica, el soporte de información geocronológica permite correlacionar estos eventos en edades de entre 15.5-11.25 Ma. (Longo, 2005; Navarro et al., 2012). Las propiedades de deposición y composición indican una asociación con erupciones de tipo Pliniano, se interpreta la existencia de un probable centro de emisión al Noroeste.

Palabras Claves: Petrología, Microscopia, Geoquímica, Depósitos de Flujos Piroclásticos, Centro eruptivo.

ABSTRACT

The Huambos Volcanic, differentiated by a succession of effusive and pyroclastic rocks, reveals the manifestation of an explosive volcanic event that took place in the Upper Miocene (Farrar and Noble, 1976; Rivera et al., 2005). The main objective has been the petrological characterization of this lithological unit, which is made up of pyroclastic deposits of ash, lapillitic pumice and blocks of variable shapes and sizes, identifying 04 different volcanic events. Of the 60 samples of volcanic rock collected, macroscopically 54 andesitic and 06 dacitic samples are established, of which 49 samples are pyroclastic tuffs: 29 crystal tuffs, 08 crystallolitic, 11 crystallovitreous and 01 lithocrystalline. 08 samples were selected for microscopy revealing content of essential minerals of plagioclase, sporadic quartz and amphiboles, with accessory minerals of biotite, iron oxides, micas and clays revealed by Infrared Spectrometry (Terraspec), which were finally interpreted by variation graphs. chemistry by X-ray Fluorescence (XRF) and Inductively Coupled Plasma Spectrometry (ICP-MS and ICP-OES) techniques, demonstrating the gradation of an intermediate to acidic magma with andesitic to dacitic composition of the calc-alkaline series. Mapping on a scale of 1:20,000 delimits these 04 events represented in a volcanic stratigraphic column, the support of geochronological information allows correlating these events at ages between 15.5-11.25 Ma. (Longo, 2005; Navarro et al., 2012). The deposition and composition properties indicate an association with Plinian-type eruptions, the existence of a probable emission center to the Northwest is interpreted.

Keywords: Petrology, Microscopy, Geochemistry, Pyroclastic Flow Deposits, Eruptive Center.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El entendimiento de la petrología volcánica nos brinda una amplia comprensión de los mecanismos relacionados a los procesos geológicos que intervienen en la fragmentación, transporte, emplazamiento y acumulación de los depósitos volcánicos, considerando la investigación de sus propiedades físicoquímicas, tamaño de grano, textura y estructura y composición mineralógica de cada facie volcánica (Sigurdsson, 2015).

La litología del Volcánico Huambos se presenta como capas de gran espesor conformadas por rocas piroclásticas, las cuales representan el desarrollo de un vulcanismo que se alternó entre etapas explosivas, depositándose y rellenando depresiones durante diversas etapas de actividad volcánica del Mioceno Superior (Farrar y Noble, 1976; Rivera et al, 2005). No obstante, esta distribución de estas capas piroclásticas no es uniforme sobre toda la Cuenca de Cajamarca, por lo que es necesario el estudio de la petrología, estratigrafía y evolución genética correspondientes a esta unidad volcánica en cada uno de los lugares en donde aflora, motivo por el cual se ha seleccionado las ocurrencias entre los caseríos El Triunfo y Molino del Arco, en el centro poblado Combayo, distrito de la Encañada, con la finalidad de reforzar la bibliografía con la que se dispone actualmente y contribuir con la comunidad científica en la especialidad de vulcanología.

De esta manera se realizó la caracterización petrológica de estos depósitos volcánicos, a través de la descripción macroscópica, utilizando diagramas de estimación porcentual, preparación de láminas delgadas y el análisis químico de muestras seleccionadas, con lo cual se identificó el tipo de unidad litológica y se delimitó cada facie volcánica interpretando la secuencia eruptiva del Volcánico Huambos.

Por esta razón se formuló la siguiente incógnita ¿Cuáles son las características petrológicas del Volcánico Huambos entre los caseríos El Triunfo y Molino del Arco, centro poblado Combayo, distrito de la Encañada?.

Teniendo la siguiente hipótesis, que estos depósitos volcánicos están definidos por una secuencia eruptiva constituida por la depositación de facies de flujos piroclásticos, coladas, lahares, cenizas y tobas con matriz microcristalina de composición intermedia proveniente de diferentes pulsos magmáticos de la edad Miocena Superior y presencia de bloques de diámetro variable y geometría angulosa a subredondeada, clasificando la litología según sus propiedades físicas y químicas como rocas andesíticas y dacíticas, cuyo origen va ligado a la diferenciación del magma de un centro volcánico.

Esta investigación se justificó con la determinación de las características petrográficas y petrogenéticas del Volcánico Huambos, aportando con datos petrológicos detallados y actualizados acerca del origen y disposición de los productos volcánicos producidos en el transcurso del vulcanismo Cenozoico en el Norte Peruano, mediante el logro del objetivo general: Caracterizar la petrología del Volcánico Huambos entre los caseríos El Triunfo y Molino del Arco, centro poblado de Combayo, distrito de la Encañada, para lo cual se realizó la clasificación petrográfica, la identificación de los procesos de formación de las facies volcánicas y volcanoclásticas, la deducción del centro volcánico y por último la elaboración de la columna estratigráfica volcánica.

El tratamiento de la investigación se estructura en cinco capítulos. El **Capítulo I** introduce la tesis y su composición. En el **Capítulo II** pertenece al marco teórico, se citan estudios relacionados locales, nacionales e internacionales. Se establecen bases que fundamentan la investigación y generan la problemática y definición de términos básicos. El Capítulo III detalla los materiales y métodos empleados para caracterizar la petrología del Volcánico Huambos. La clasificación y secuencia eruptiva se determinaron con herramientas como wincha, lupa, lápiz de dureza, GPS, ácido clorhídrico al 10%, tablas y formatos de descripción petrográfica. Se recolectaron muestras en el campo, incluyendo puntos de control. Luego, en gabinete, se representaron variables como litología, textura, mineralogía y facies volcánicas, definiendo la variable dependiente de la caracterización petrológica. Se presentan datos de ubicación, contexto geológico, geomorfológico y estructural del área. El Capítulo IV, presenta el análisis y discusión de resultados petrológicos, petrográficos (fotomicrografías) y geoquímicos, pudiendo realizar la constitución secuencial y diferenciación de eventos y la contrastación de la hipótesis, el Capítulo V muestra las conclusiones respecto a los objetivos, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Internacionales

Castillo (2021), petrografía y análisis de facies de rocas estratificadas del Guadalupiano-Triásico Medio en La Cordillera Frontal De Elqui (29°58'-30°24's), Región De Coquimbo, Chile. Investiga el origen de rocas volcánicas y sedimentarias a través de análisis petrográficos, facies y geoquímicos. Se identifican tobas de ceniza y lapilli con composiciones vítreas y cristalinas. Las rocas piroclásticas andesíticas-riolíticas, contienen plagioclasa, cuarzo y sanidina. La Formación El Tapado es de ambiente lacustre, mientras que la Formación Guanaco Sonso muestra evolución volcánica variada.

Litak et al. (2005), estratigrafía y facies volcánicas y volcanoclásticas de la Formación Valle del Cura: magmatismo paleógeno en la Cordillera Frontal de San Juan. Detalla las facies volcánicas y volcanoclásticas de los Andes Argentinos, determinando dos tipos litológicos: afloramientos de riolitas e ignimbritas de alto grado, flujos piroclásticos de bajo grado y epiclásticos, representando una intensa actividad eruptiva del Eoceno–Oligoceno Inferior.

2.1.2. Nacionales

Fuentes (2018), petrología de rocas extrusivas en el Complejo Turístico Sillustani. Describe los rasgos estratigráficos, petrológicos y microscópicos del Complejo Turístico Sillustani, determinando microestructuras que varían desde porfídica a hipidiomórfica y la composición de las rocas va desde andesíticas hasta andesitas basálticas.

Lazo (2019), estudio petrográfico de rocas intrusivas, superunidad San Luis, localidades de Santa Rosa y El Molino, Sancos- Lucanas, Ayacucho. Recolectó 08 muestras y empleó técnicas de tinción, difracción de rayos X y análisis petrográficos. Los análisis de XRD revelan plagioclasa andesina y anfíbol hornblenda, de rocas intermedia cuarzodioritas. A nivel microscópico, presentan textura granular hipidiomórfica, con alteración por cloritas, epidota, carbonatos, illita, esmectita.

Navarro (2012), nuevas dataciones en el segmento sur de Cajamarca. Realiza una actualización geocronológica en áreas no registradas permitiendo una correcta correlación de los volcánicos con su centro de emisión.

2.1.3. Locales

Flores (2018), caracterización estratigráfica de la microcuenca del río Azufre, define los contactos litológicos y realiza columnas estratigráficas al detalle, reconstruyendo el paleoambiente de la microcuenca; se concluye la depositación en el Volcánico San Pablo, compuesto por flujos de lava andesíticos y tres eventos explosivos del Volcánico Huambos con presencia de depósitos piroclásticos, fiammes, cenizas y bombas piroclásticas.

Gallardo (2013), estratigrafía del Volcánico Huambos, Facies Volcánicas y Volcaniclásticas en la Cuenca de Cajamarca. Realizó la clasificación de las facies volcánicas y volcaniclásticas del Volcánico Huambos. Determina cuatro eventos volcánicos que comprenden la formación de este volcánico en la Cuenca de Cajamarca.

Mostacero (2022), caracterización Petrológica De La Secuencia Volcánica Tantachual (Grupo Calipuy) En Las Zonas De Pabellón Chico Y Espina Amarilla. Realizó la caracterización petrológica con la recolección de 45 muestras y determina la presencia de flujos piroclásticos conformados por cenizas, pómez y bloques heterogéneos, diferenciando 06 eventos pertenecientes a la serie magmática Calcoalcalina, además concluyó que el posible centro de emisión se encuentra a 6 km del este.

Rodríguez (2019), caracterización petrológica del Volcánico Huambos en las zonas de Tual y Porcón Bajo. Determina las características petrológicas, a través de la clasificación de 45 muestras mediante sus propiedades físicas, químicas y la mineralógicas, determinando los procesos de formación y centro volcánico.

Spelucín (2017), caracterización petrológica de la Formación Porculla (Grupo Calipuy), Cumbemayo, Cajamarca. Realizó el estudio petrológico y geoquímico de la Formación Porculla, concluyendo que está dentro de la serie Calcoalcalina en un ambiente de margen continental y subducción.

Vera (2017), estratigrafía del volcánico Huambos entre los caseríos Yerba Buena Chica y Maraypata, Centro Poblado Combayo. Describe las características estratigráficas, facies y eventos volcánicos, elabora y correlaciona las columnas estratigráficas volcánicas, determinando cinco eventos volcánicos.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Petrología en las Rocas Volcánicas

Es la rama científica de la geología que comprende a las rocas volcánicas desde su génesis explosiva o efusiva, ocurrencia o distribución en relación con la fisicoquímica, procesos geológicos y tectónicos. Así mismo abarca otros aspectos como: la forma, textura-estructura y propiedades ópticas, fisicoquímicas, mineralización y procesos de formación. Se enfoca en tres grupos principales de tipos de rocas: ígneas, metamórficas y sedimentarias. Además incluye descripciones de los minerales y sus alteraciones, del tamaño, la forma, la distribución y agrupamiento de tamaños de los cristales (González, 2015).

2.2.2. Productos Volcánicos

Los productos liberados en las erupciones volcánicas pueden ser: sólidos (piroclastos), líquidos (lavas) o gaseosos. Aunque la proporción y naturaleza de estos pueden variar dependiendo de la proporción de gases presentes en el magma (explosiva o efusiva) y de la predominancia de manifestación de piroclastos o lavas. Como consecuencia de la explosión de gases, el magma se hace viscoso, pero aún puede ser lo suficientemente fluido como para alcanzar la superficie y derramarse por los alrededores (corrientes de lava) (Rivera, 2004).

Dentro los productos volcánicos están: flujos con lavas, de densidad caliente como los piroclásticos, las oleadas o surges y caídas piroclásticas, también se menciona como flujos de densidad fríos a las avalanchas y lahares.

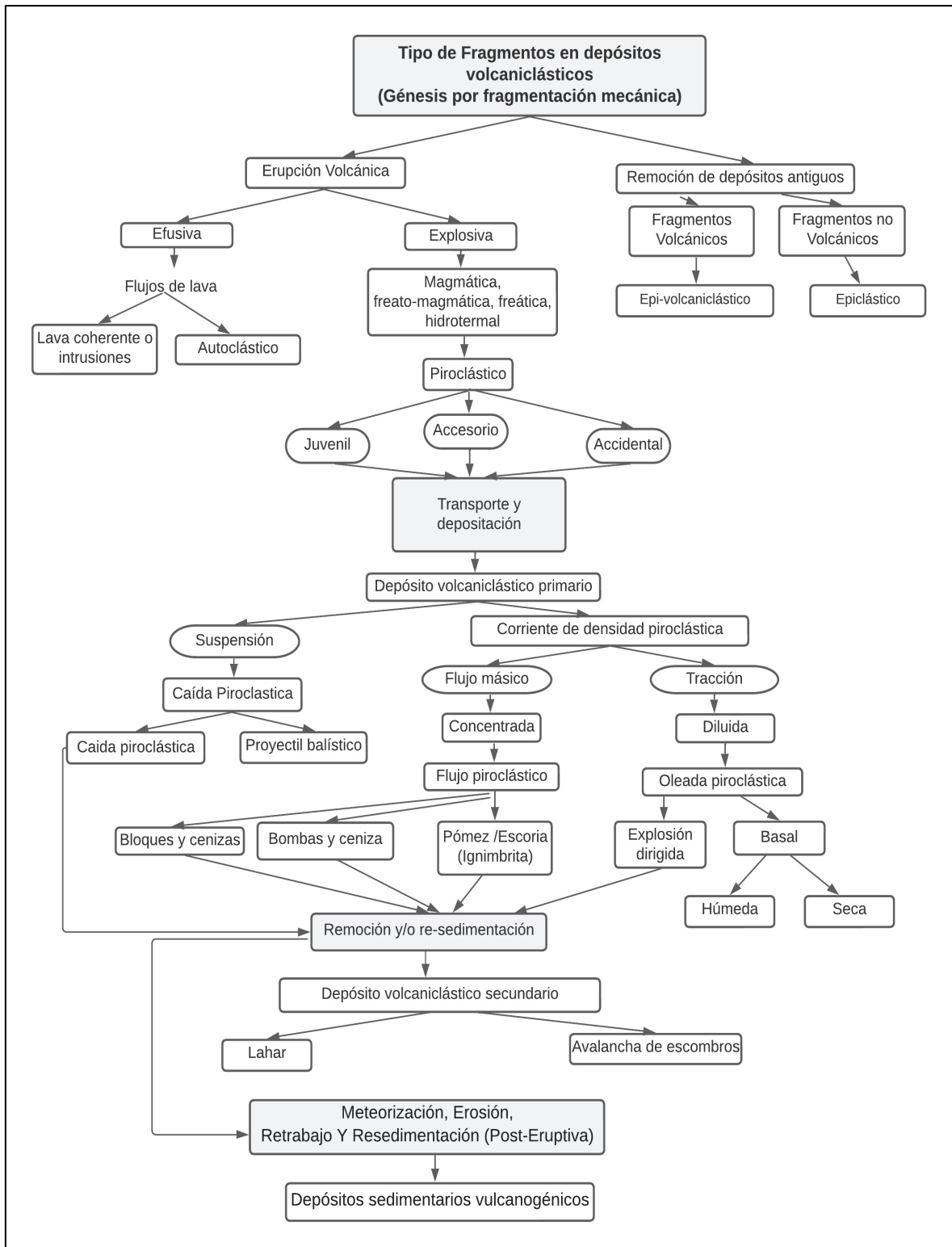


Figura 1: Diagrama de flujo que muestra los diferentes tipos de fragmentos que constituyen los depósitos volcánicos (Modificado de Murcia y Borrero, 2013).

Sparks – Walker (1973) clasifican genéticamente los productos piroclásticos conforme a su carácter de movilización y distribución en tres tipos de depósitos como los de caídas, de flujo piroclástico y oleadas.

2.2.2.1. Depósitos de Caída Piroclásticas

Las ignimbritas se dividen en soldadas y no soldadas según la temperatura del flujo. Hay dos tipos principales: HARI y LARI. Las HARI son delgadas y se adaptan a la topografía, mientras que las LARI son extensas y de mayor energía. La relación de aspecto es importante para su descripción (Walker et al., 1980). Según Echavarría (2008) disminuyen en tamaño de grano y espesor con la distancia al centro efusivo con las características:

- Se reduce la amplitud de emplazamiento
- Desciende el tamaño de grano en fragmentos de roca
- La selección tiende a aumentar
- Se modifican la tipología de clastos.

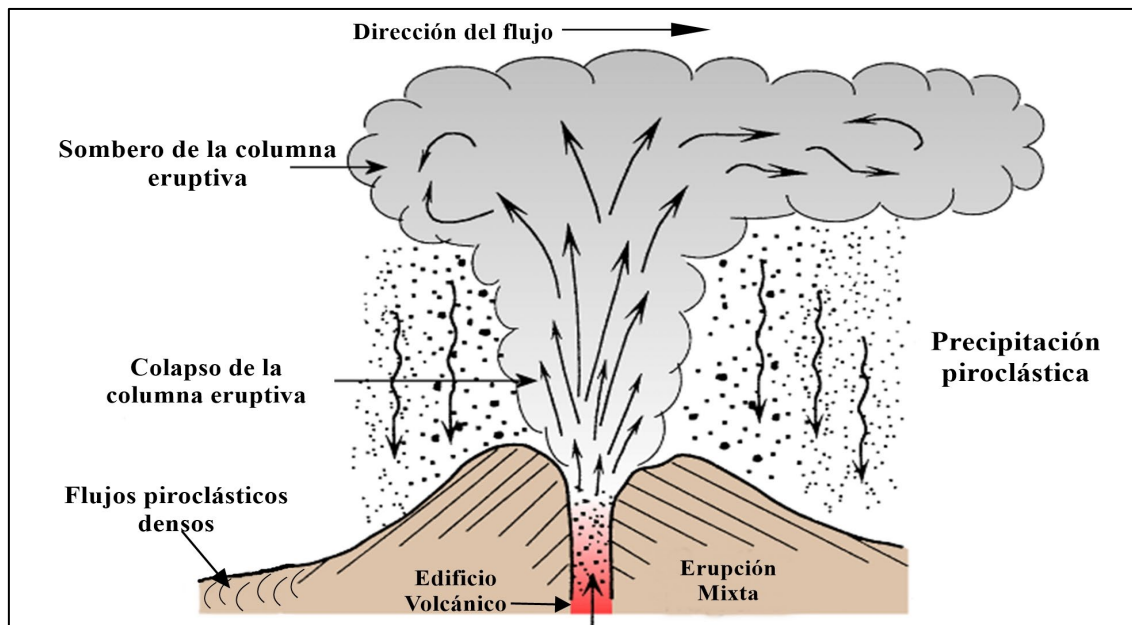


Figura 2: Representación de los depósitos de caída piroclástica (Cas y White, 1988).

2.2.2.2. Depósitos de Flujo Piroclásticos

Se generan debido al fraccionamiento explosivo del sistema magmático y el colapso de la columna de erupción. Pueden recorrer distancias largas a alta velocidad y contienen depósitos con alta temperatura, soldadura y presencia de obsidiana y fiammes (Cas y Wright, 1987; Griggs, 1922).

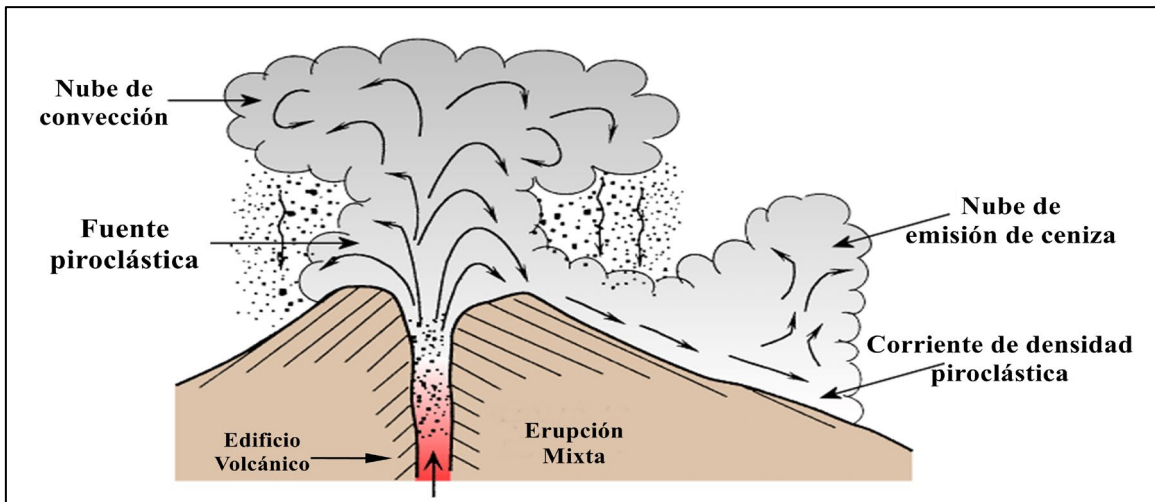


Figura 3: Representación de los Depósitos de Flujos Piroclásticos (Cas y White, 1988).

Debido a su alta densidad y concentración de partículas, estos depósitos son masivos y poco estratificados, con variaciones granulométricas mínimas. El material juvenil en los piroclastos varía ampliamente en densidad, desde roca sólida hasta pómez (Aramaki y Yamasaki, 1963). La parte interior contiene una mayor concentración de partículas del flujo piroclástico, siendo la zona de mayor densidad, transportado por valles, cuencas o depresiones. La parte inferior también se denomina flujo piroclástico y forma ignimbritas, expandiéndose en su parte superior y generando la caída de ceniza desde un sombrero. Se clasifican de la siguiente manera:

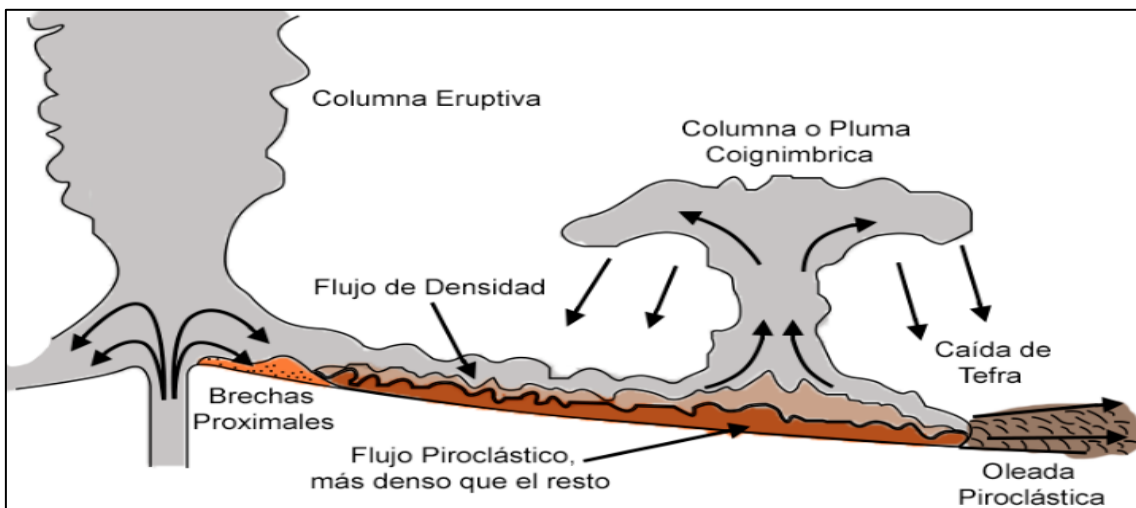


Figura 4: Erupción de columna pliniana y colapso inferior generando flujos de densidad estratificados (Druitt, 1988).

a. *Depósitos de Flujos de Bloques y Ceniza*

Flujos piroclásticos con litoclastos y bloques, se observa poca vesiculación y matriz de ceniza, generalmente son monolíticos con gradación inversa, producto del escape de gases.

b. *Depósitos de Flujo de Escoria y Ceniza*

Conformados por lapilli escorácea no seleccionada, influenciada por la topografía, incluyen soldamiento, gradación inversa, estructuras de salidas de gases y carbonización de madera.

c. *Ignimbritas o Depósitos de Flujos Pumíceos*

Son rocas formadas por corrientes piroclásticas de composición variable, estudios petrográficos observan una matriz de minerales de pómez, microcristales y minerales amorfos. El término "ignimbritas" se refiere al proceso de formación y textura, sin tener en cuenta la composición (Marshall en 1935). Se forman por el colapso de erupciones volcánicas y pueden desplazarse rápidamente. De composición variada y están asociadas a otros productos volcánicos. Presentan flujos laminares en la zona de más densa y estructuras turbulentas en la cima (nube adjunta) que establecen varias subdivisiones en el depósito. La estructura interna está determinada por la velocidad de fluidización.

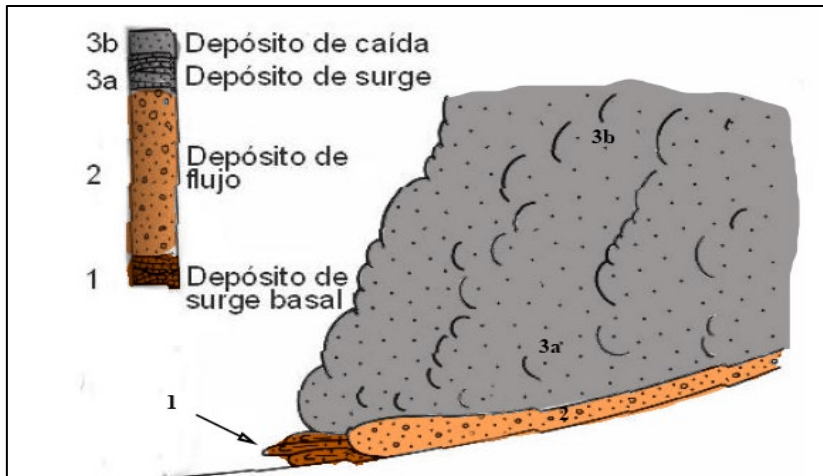


Figura 5: Columna de depósitos piroclásticos primarios muestra pseudoestratificaciones y fragmentos balísticos (Cas y White, 1988).

2.2.2.3. *Depósitos de Oleada Piroclásticas*

Durante una erupción, se generan flujos piroclásticos turbulentos cargados de ceniza. Estos flujos presentan variedad de formas de fondo y se clasifican en secos (calientes, partículas no cohesivas) y saturados (existencia de agua que favorece la cohesión de partículas).

Cas y Wright (1988) clasifican las oleadas piroclásticas en:

- *Depósitos de Oleadas Basales*

Seudoestratificados y limitados con grosores menores a 01 metro, conformados por ceniza gruesa y fina, pómez, cristales y litoclastos en cantidades diversas.

- *Depósitos de Oleadas de Nube de Ceniza*

Son delgados depósitos seudoestratificados en la parte superior de los flujos piroclásticos principales, con alta concentración de partículas vítreas. Presentan capas unidireccionales y estructuras de ondas similares a las oleadas de base.

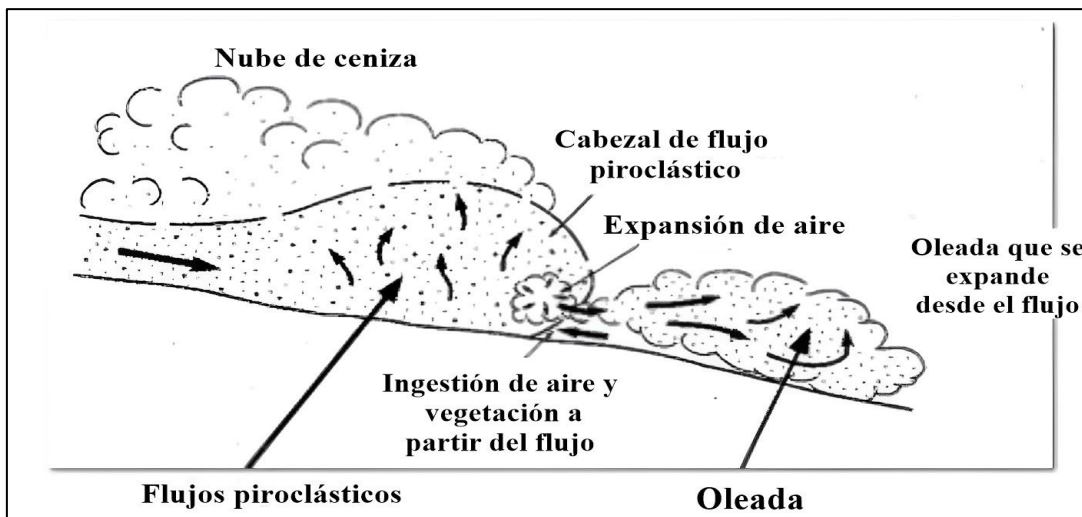


Figura 6: Representación de una Oleada Piroclástica (Cas y White, 1988).

2.2.2.4. Depósitos Sedimentarios Vulcanogénicos

La meteorización y erosión en terrenos volcánicos crea depósitos epiclásticos. En terrenos volcánicos no soldados, se liberan piroclásticos y autoclastos originales, formando depósitos vulcanogénicos con una mezcla de material epiclástico y piroclástico.

2.2.3. Componentes Principales de los Depósitos Piroclásticos

Su composición consta de piroclastos de diferentes tamaños, incluyendo materiales juveniles, cristales y fragmentos líticos (Perez y Fernandez, 2015).

a. Los Componentes Juveniles

Fragmentos fundidos del magma en erupción, vesiculados y vítreos. Echavarría (2008) los describe como fragmentos del magma expulsados por el cono volcánico, siendo:

- Escoria: vidrio volcánico de estructura vesicular intermedio o básico.
- Pómez: vidrio extremadamente vesicular (con o sin cristales), ácida
- Trizas vítreas: cenizas explosivas.

b. Los Cristales

Son fragmentos individuales de roca con bordes rotos. Se clasifican en fenocristales, procedentes del magma en erupción, y xenocristales, provenientes de la roca de caja.

c. Los Líticos

Son fragmentos de roca sólida presentes en la erupción. Se clasifican en líticos comagmáticos (con la misma composición que los juveniles), accesorios (provenientes de las rocas de caja) y accidentales (clastos sueltos incorporados por los flujos piroclásticos).

2.2.4. Características de los Depósitos de Piroclásticos

2.2.4.1. Soldamiento, Desvitrificación y Cristalización

Proceso de fundición plástica de piroclastos calientes como resultado de una roca con gran densidad. La foliación paralela a la pseudostratificación está conformada por pómez o escoria plana en matriz de vidrio y clastos por la compactación, temperatura, constitución y grosor del depósito (Echavarría, 2008).

Desvitrificación

Los piroclastos juveniles son vidrios que pueden cristalizar o desvitrificarse. Los depósitos silíceos pueden contener cristales de cristobalita y feldespatos alcalinos.

2.2.4.2. Grado de Soldamiento

Describe el estado de soldamiento. Los depósitos piroclásticos con un grado extremadamente alto pueden ser indiferenciables de flujos lávicos, se describen:

- Capas de flujos piroclásticos altamente compactados o reconfigurados: mayormente fundidos, con sectores altamente fusionados.
- Estratos de flujos piroclásticos de grado moderado: contienen áreas fusionadas, parcialmente fusionadas y no fusionadas.
- Depósitos de flujos piroclásticos poco consolidados: completamente no fundidos.

2.2.4.3. Geometría y Relación de Aspecto

Suelen acomodarse al relieve o topografía, teniendo mayor espesor en zonas bajas y se adelgazan en zonas altas según el volumen, forma, propiedades físicas y agente de transporte y depositación del material volcánico (Echevarría, 2008).

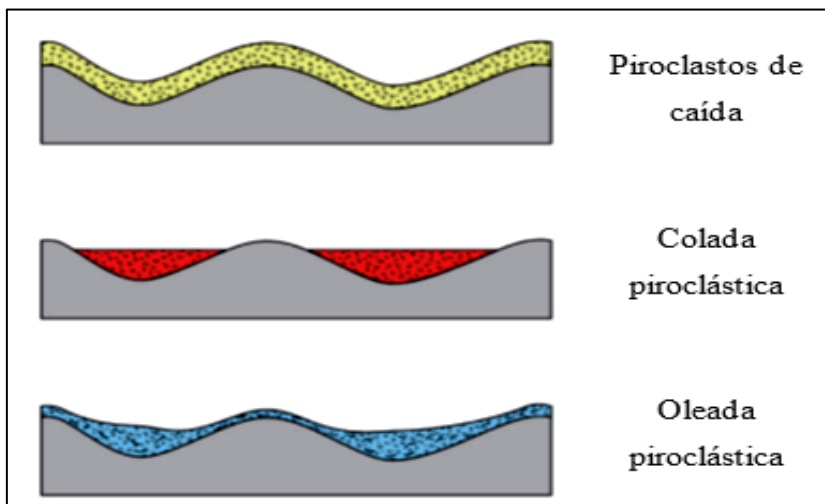


Figura 7: Clasificación de los depósitos piroclásticos según su tipo de emplazamiento y relación con la topografía previa (Cas y Wrigth, 1987).

2.2.4.4. Dimensiones de los Flujos Piroclásticos

Pueden variar en tamaño, desde volúmenes pequeños hasta varios miles de kilómetros cúbicos. Pueden cubrir distancias de unos pocos kilómetros hasta más de 100 km, y los grosores varían desde unos escasos metros hasta centenas (Echavarria, 2008).

2.2.4.5. Variaciones Texturales

El espesor de los depósitos piroclásticos varía con la topografía. Los materiales piroclásticos ligeros no cambian de tamaño con la distancia, pero los litoclastos disminuyen en tamaño y cantidad a medida que se alejan del origen (Echavarría, 2008).

a. *Texturas de Flujos de Ignimbritas y de Tobas:*

- Textura Eutaxítica: está formada por fragmentos de vidrio aplastados (fiammes) debido a un enfriamiento rápido (González, 2015).
- Textura Fragmental: compuesta por fragmentos de vidrio no compactados en tobas e ignimbritas, con algún grado de compactación diagenética (González, 2015).

b. *Texturas Transicionales entre Rocas Plutónicas y Volcánicas:*

- Textura de Pórfidos: rocas sub-volcánicas con un alto contraste térmico, compuesta por fenocristales cristalinos y pasta microgranosa o seriada (González, 2015).

2.2.4.6. Zonación Composicional

La zonación composicional es el reflejo del cambio o variación transitoria o de contactos netos de la naturaleza composicional magmática. Esta diferenciación puede ser visible (riolita - basalto) o además puede ser transitoria o de contactos netos (Echavarría, 2008).

2.2.5. **Propiedades Descriptivas de las Rocas Volcánicas**

2.2.5.1. Características Físicas

a. *Grado de Cristalinidad*

Las rocas ígneas pueden ser vítreas o cristalinas según su enfriamiento. El vidrio volcánico se forma con enfriamiento rápido, sin cristalización. El grado de cristalinidad se fundamenta en la proporción cristalina y vidrio (Castro, 1981). Las rocas se clasifican en grupos según esta proporción (Tabla 1).

Tabla 1: Grado de Cristalinidad.

Grado de Cristalinidad	Contenido
Holohialina	Más del 90 % en volumen de vidrio
Hipocristalina o Hialocristalinas	Proporción variable entre cristales y vidrio (menor al 90% en volumen).
Holocristalina	Más del 90 % en volumen de cristales

Fuente: Castro (1981).

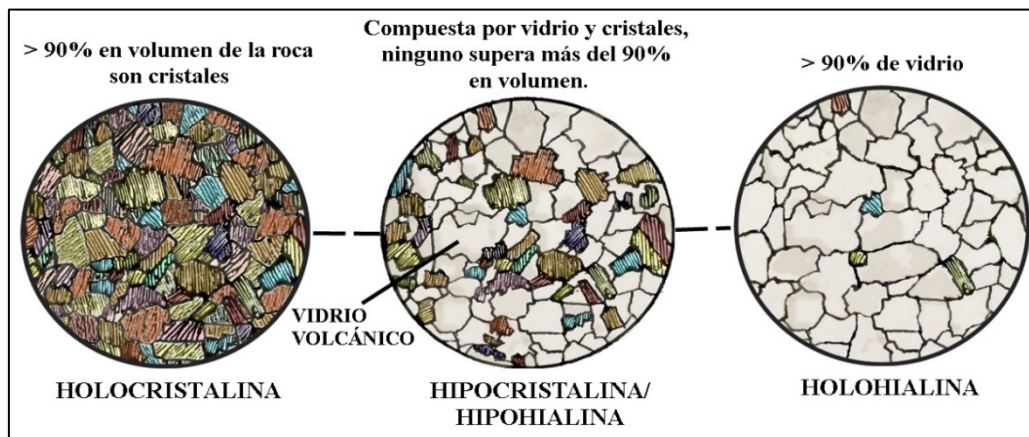


Figura 8: Clasificación de grado de cristalinidad (Modificado de Williams et al, 1954).

b. *Tamaño de Grano*

- **Faneríticas:** Cristales grandes (1-10 mm) que se forman cuando el magma se enfría lentamente a profundidad.
- **Afanítica:** Minerales microscópicos, producto de un enfriamiento rápido del magma. En casos de enfriamiento lento se forman rocas faneríticas en profundidad.

Tabla 2: Tamaño de grano.

Rocas Faneríticas (Cristales reconocible a simple vista)	Rocas Afaníticas (Cristales no reconocible a simple vista)
Grano muy grueso > 30	Microcristalinas (cristales reconocibles al microscopio)
Grano grueso 5 -30 mm	Criptocristalinas (cristales no reconocibles al microscopio)
Grano medio 2 – 5 mm	
Grano fino < 2 mm (pero reconocible)	

Fuente: Castro (1981).

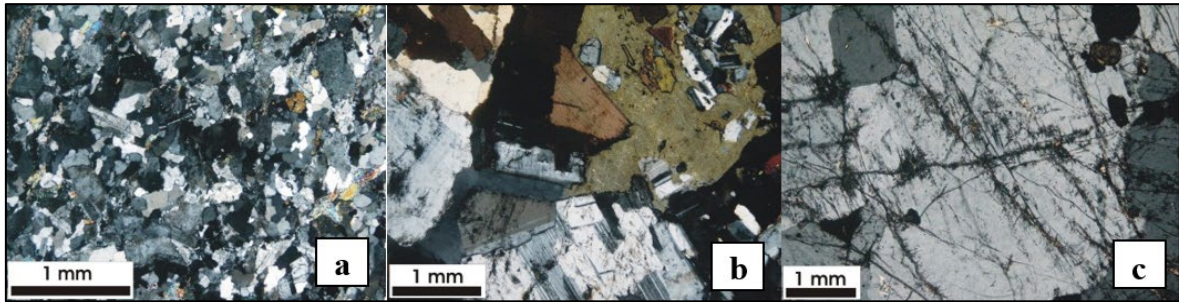


Figura 9: a) Sienogranito con cristales <1 mm (grano fino) b) Monzogranito con cristales por mayores a un 1 mm (grano medio) c) Cristales de nefelina de 6 – 7 mm en una sienita (grano grueso) (Universidad Complutense de Madrid, 2010).

c. *Granularidad*

Se emplea para mostrar rocas homogéneas o heterogéneas, en lo que volumen se describe.

- Equigranular: Cristales minerales de la misma dimensión, común en rocas plutónicas con cristales de 2 a 10 mm.
- Inequigranulares: Cristales distintos en tamaño, como en la textura porfídica donde los fenocristales son más grandes que la pasta fina.

d. *Hábito y Formas Cristalinas*

- Euhedrales: Estos minerales muestran múltiples facetas que permiten su identificación en el sistema cristalográfico. Caras cristalinas bien definidas.
- Subhedrales: Caras cristalinas formadas de manera parcial.
- Anhedrales: Caras poco definidas y granularidad visible.

e. *Relaciones Mutuas entre los Cristales*

Se describe a la cantidad porcentual de diferentes formas de cristales:

- Panidiomórficas: Rocas en las que más del 50% de sus minerales adoptan formas cristalinas bien definidas.
- Hipidiomórficas: Cuando presentan más del 50% de cristales con formas parcialmente definidas (subhedrales).
- Alotriomórficas: Más del 50% de cristales con formas no definidas (anhedrales).

f. *Color*

El índice cromático se basa en la proporción de minerales máficos presentes.

Tabla 3: Índice de color.

Índice de color	Porcentaje de minerales máficos
Hololeucocrática	0 – 10%
Leucocrática	10-35%
Mesocrática	35-65%
Melanocrática	65-90%
Holomelanocrática	90-100%

Fuente: Lépez (2006).

2.2.5.2. Características Mineralógicas

Desde una perspectiva genética, los minerales pueden ser clasificados de la siguiente manera:

Minerales primarios - singenéticos: Originados por evoluciones magmáticas.

Minerales pirogenéticos: Formados directamente a partir del magma fundido.

Minerales de reacción: Resultantes de la interacción entre minerales pirogenéticos y el fundido residual.

Minerales xenógenos: Por asimilar segmentos de rocas encajantes en el magma.

Minerales secundarios o postmagmáticos: Creados por procesos hidrotermales, metasomáticos o metamórficos que impactan sobre la composición de la roca.

Desde el punto de vista de su cantidad, los minerales se catalogan en:

Minerales principales: Constituyen más del 5% del contenido en la roca.

Minerales secundarios: Representan entre el 2% y el 5% del contenido en la roca.

Minerales accesorios: Su presencia es menor al 2% en la roca.

2.2.6. Clasificación de las Rocas Volcánicas

2.2.6.1. Diagrama QAPF o Streckeisen

El Diagrama modal QAPF y la clasificación propuesta por Le Maitre et al. (2002) son herramientas empleadas para clasificar rocas volcánicas según su composición mineralógica. Una particularidad de los diagramas QAPF es su configuración con dos triángulos ternarios adyacentes que simbolizan los porcentajes de minerales primarios (sin considerar los minerales secundarios, que se forman posteriormente de la cristalización del magma).

Los grupos esenciales de minerales que conforman este tipo de rocas son:

Q: Polimorfos de SiO₂ (principalmente cuarzo, y ocasionalmente tridimita y cristobalita en rocas ígneas cristalizadas a penetrantes temperaturas).

A: Feldespatos alcalinos, incluyendo feldespato potásico (sanidina, ortosa y/o microclina) y albita (miembro de la serie de plagioclasas con proporciones molares de anortita en el rango del 0 al 5%).

P: Plagioclasas (hace referencia a todos los términos de la serie de plagioclasas con porcentajes molares de anortita en el rango del 95 al 100%) y escapolita.

F: Feldespatoides (que incluyen la leucita, pseudoleucita, nefelina, analcima, sodalita, noseana, kalsilita, haiiyana y cancrinita).

M: Minerales máficos, principalmente de tonalidades oscuras (micas, anfíboles, piroxenos, olivino), (magnetita, ilmenita), epidota, allanita, granate, melilita, monticellita, carbonatos primarios y minerales accesorios (circón, apatito, titanita).

El acrónimo QAPF se utiliza para referirse a los minerales cuarzo, feldespatos alcalinos, plagioclasas y feldespatoides, normalizando o recalculando los porcentajes de Q, A, P y F para que sumen 100%.

Según el contenido de feldespatos (F) en rocas volcánicas, estas pueden ser clasificadas de la siguiente manera: Rocas alcalinas (feldespatos alcalinos de Na y K), Rocas calcoalcalinas (que presentan feldespatos alcalinos y plagioclasas) y Rocas calcosódicas (plagioclasas).

Clasificación de rocas ígneas volcánicas (Según Streckeisen, 1979)	
Abreviaturas:	
Q: Cuarzo A: Feldespato potásico (Feldespato alcalino) P: Feldespato sódico (Plagioclasa) F: Feldespatoides M: Minerales Máficos	M menor de 90% $M = 100 - (Q+A+P+F)$ Sí M es mayor a 90 %: Ultramáfica (VIII)
1: Riolita (liparita) de feldespato alcalino 2a y 2b: Riolita (liparita) 3a y 3b: Dacita 4: Traquita de feldespato alcalino 4a: Cuarzo- traquita de feldespato alcalino 4b: Traquita de feldespato alcalino. 4c: Traquita de feldespato alcalino con feldespatoides. 5: Traquitas 5a: Cuarzo - traquita. (traquita cuarzosa) 5b: Traquita. 5c: Traquita con feldespatoides (foidífera). 6: Lacitas o Latitas 6a: Cuarzo - Lacitas 6b: Lacita 6c: Lacita con feldespatoides (foidífera)	7: Andesitas y basaltos (M mayor a 35%) 7a: Andesita calcoalcalina 7b: Basalto toleítico 7c: Mugearita. 7d: Basalto calcoalcalino rico en Al 7e: Mugearita. 7f: Basalto alcalino y Hawaiita. 8: Fonolita. 9: Fonolita Tefritica. 10: Tefrita fonolítica (Basanita si Ol es mayor de 10%) 11: Tefrita (Basanita si Ol es mayor de 10%) 12a: Foidita fonolítica 12b: Foidita tefrítica 12c: Foidita 13: Ultramáficas

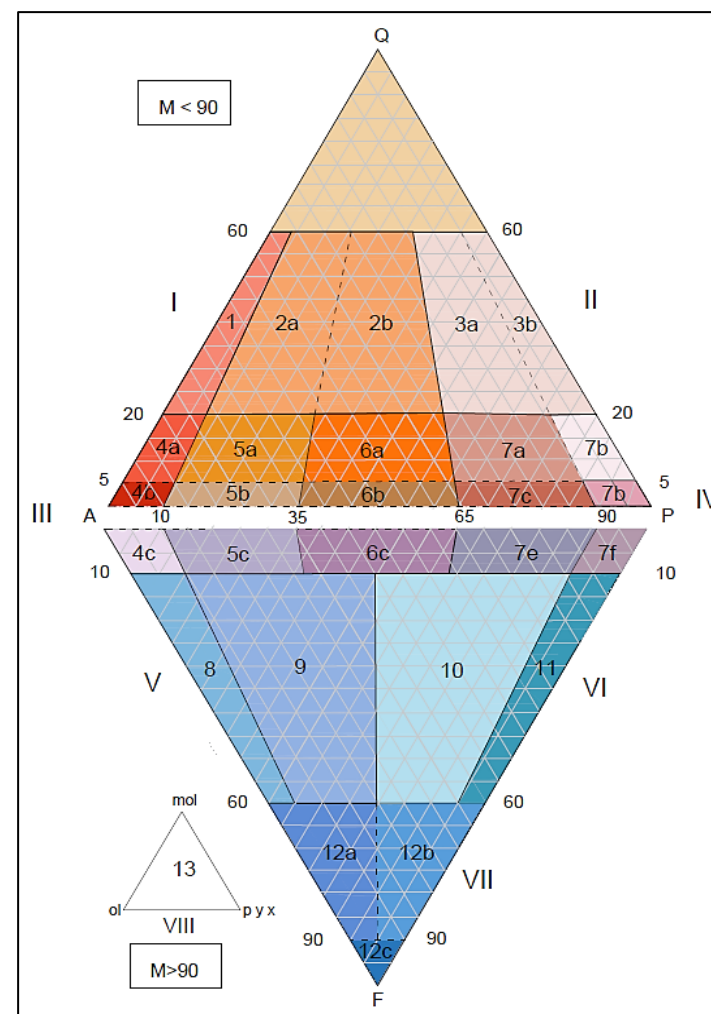


Figura 10: Diagrama QAPF para clasificación y nomenclatura de rocas volcánicas (Modificado de Streckeisen, 1979). I: riolitoides, II: dacitoides, III: traquitoides, IV: andesitoides/basaltoides, V: fonolitoides y VI: tefritoides, VII: foiditoides y VIII: ultramáficas.

2.2.6.2. Clasificación en Función a la Granulometría y el Contenido de Piroclastos

Los depósitos piroclásticos contienen al menos el 75% de piroclastos y se clasifican en rocas piroclásticas (consolidadas) y tefras (no consolidadas). La terminología varía según la proporción y tamaño de los componentes granulométricos, utilizando términos compuestos como toba y brecha (Schmid, 1981).

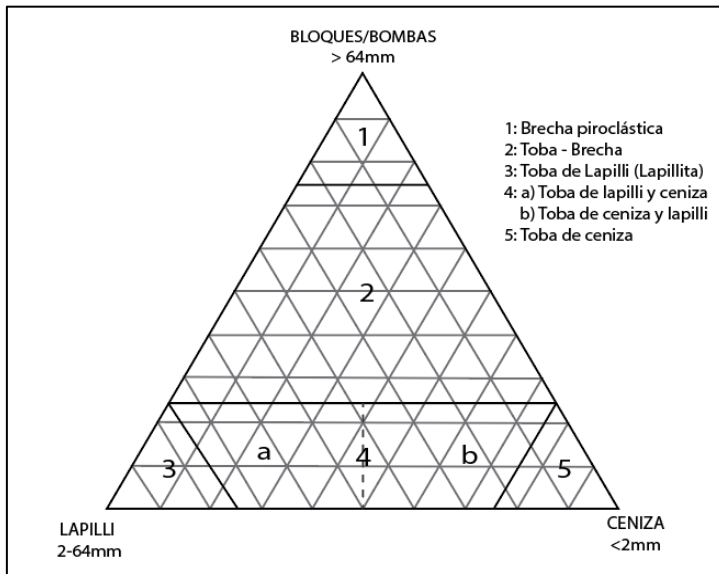


Figura 11: Nomenclatura utilizada para la clasificación de rocas piroclásticas según la granulometría (Fisher, 1966)

Tabla 4: Depósitos y rocas piroclásticas.

Tamaño de grano (mm)	Fragmento piroclástico	Nombre litológico
>64	Bombas (forma redondeada)	Aglomerado
	Bloques (forma angulosa)	Brecha piroclástica
2-64	Lapilli	Toba de lapilli
1/16-2	Ceniza gruesa	Toba de ceniza
<1/16	Ceniza fina	

Fuente: Lápídis y Winstanley (1987).

Existen tres tipos de piroclastos en depósitos piroclásticos: vidrio y pómez, cristales y fragmentos de cristales, y fragmentos de roca. Los dos primeros son de origen volcánico, mientras que los últimos pueden ser de origen volcánico o no relacionado. La clasificación de tobas se basa en la proporción de estos piroclastos (Castro, 1989).

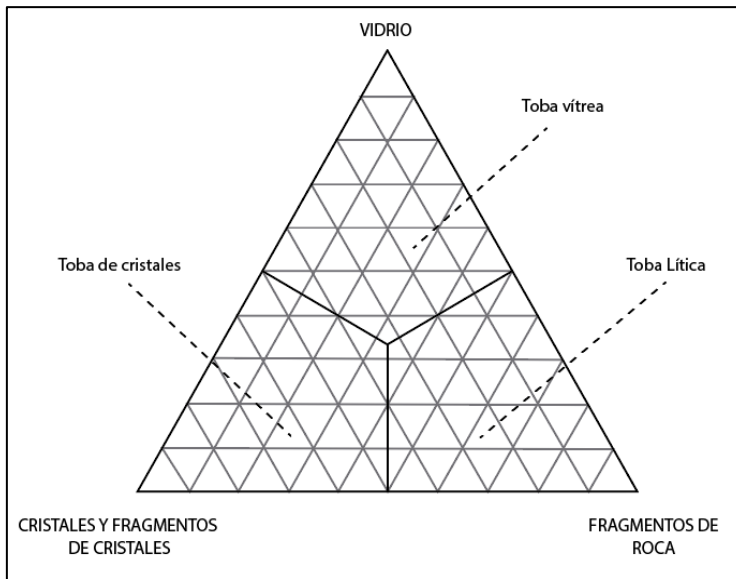


Figura 12: Clasificación de tobas según el tipo de piroclasto (Schmid, 1981).

2.2.7. Descripción de Facies

Las facies volcánicas son intervalos de roca o depósito con características únicas que las distinguen de otras, a diferentes escalas. Los depósitos volcánicos exhiben una homogeneidad en su composición, con una gradación decreciente de líticos y gradación creciente de pómez o escoria. Algunos de estos depósitos presentan una zona enriquecida en pómez o escoria gruesa en el techo de la zona 2b. En contraste, la capa 2a generalmente carece de clastos gruesos. Estos depósitos suelen estar asociados con depósitos de ceniza y caída. Por otro lado, la capa 1 se forma debido a procesos que ocurren dentro del frente de flujo, mostrando un alto contenido lítico y una clara estructura interna debido a la rápida sedimentación de partículas densas en la parte frontal del flujo. Debido a las diferencias composicionales y texturales, los depósitos se pueden subdividir en distintas facies, indicando cambios de ambiente y procesos de depositación entre un sector y otro (Clavero et al., 2002). Para su descripción en campo se considera:

- *Términos litológicos:* Principal componente en sucesiones volcánicas: clastos de pómez, escoria y vidrio, líticos y cristales.
- *Términos faciales:* Se refiere a la estructura, organización interna o geometría en la cual se ha depositado contralada por el relieve o topografía.
- *Términos genéticos:* Relacionado a los procesos de erupción de material piroclástico y emplazamiento, erosión y transporte.

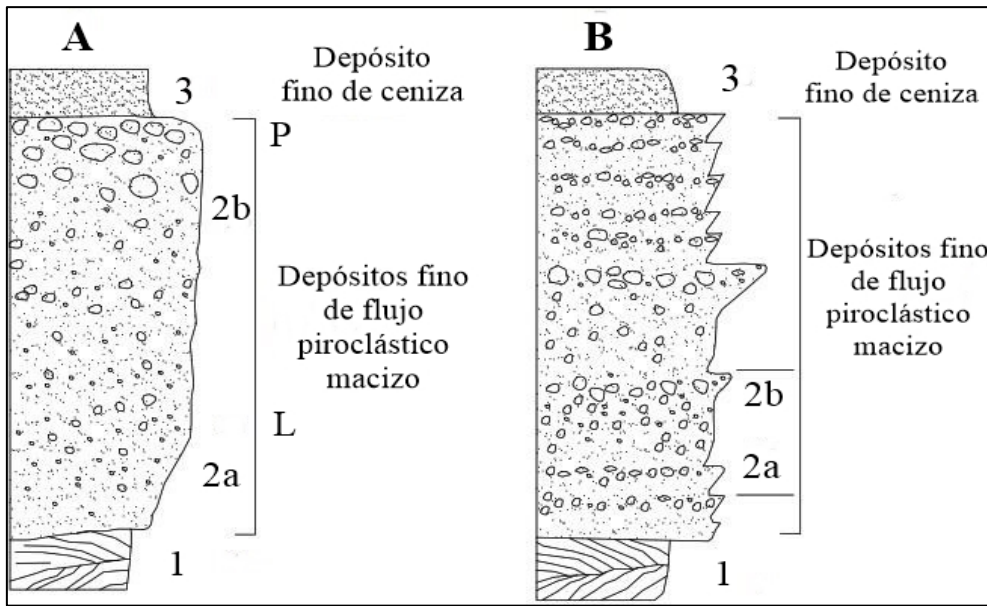


Figura 13: Depósito de flujo piroclástico soldado. (A) Depósito masivo. (B) Depósito estratificado. P, parte rica en pómez del estrato 2b; L, parte rica en líticos del estrato 2a (Spark et al, 1973).

2.2.8. Secuencias Volcánicas

Formaciones rocosas depositadas durante intervalos geológicos, definiéndose por cambios tanto laterales como verticales en su morfología física. Estas unidades son nombradas según su proximidad a la fuente (central, proximal, distal), el entorno de deposición (subaérea, poco profunda subacuática, sub-glacial) y el ejemplar de depósito (secuencias de flujo piroclástico y lávicos, ignimbríticas o laháricas) (McPhie et al. 1993).

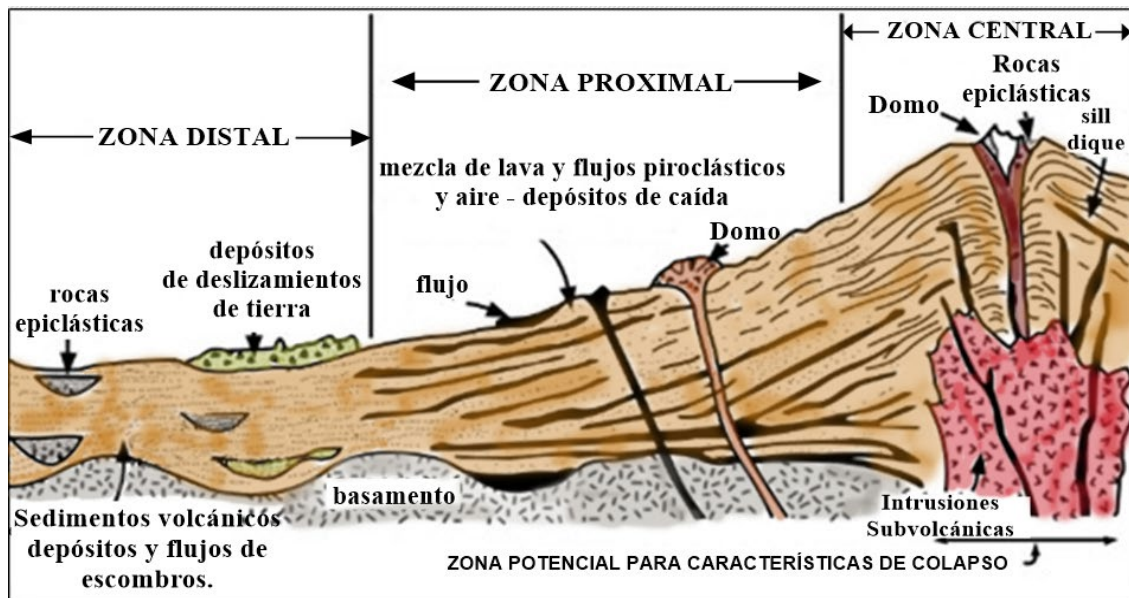


Figura 14: Variación de secuencias volcánicas relacionadas con la distancia del centro de emisión central (Modificado de Walker, 1983).

2.2.9. Microscopía

La microscopía óptica, utilizando luz polarizada, es una técnica valiosa para identificar componentes en rocas y sedimentos. Permite analizar la composición mineral y las características texturales de las muestras, lo que ayuda a inferir su origen. Los fundamentos esenciales del análisis petrográfico incluyen la composición mineral, textura y estructuras microscópicas.

Esta técnica se realiza utilizando un microscopio de luz polarizada y se requiere que las partículas minerales sean lo adecuadamente finos para permitir el paso de la luz a través de secciones delgadas de las rocas u otros materiales. Estas secciones, comúnmente llamadas "láminas delgadas", pueden tener un grosor de aproximadamente 0,03 mm y dimensiones de alrededor de 5 cm x 3 cm (Ques y Tritlla, 1997).

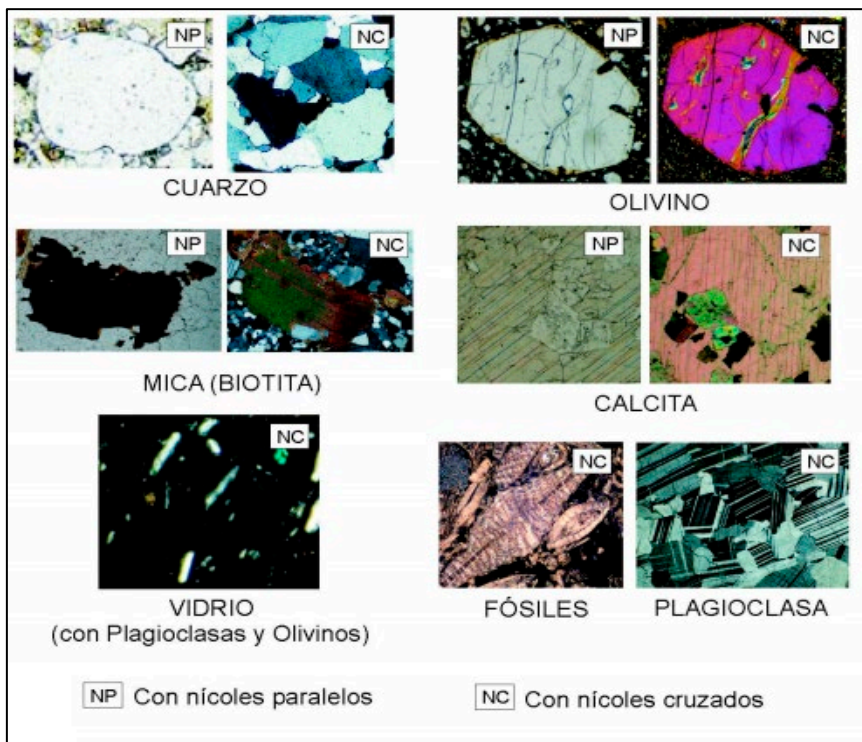


Figura 15: Fotomicrografías de propiedades ópticas en rocas y fósiles con nicoles paralelos y cruzados (Acero et al, 2013).

2.2.10. Características Químicas

Elementos principales: Los elementos Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K y P se utilizan en geoquímica para clasificar y nombrar rocas, construir diagramas de variación y comparar con composiciones experimentales. Los diagramas de variación muestran interrelaciones entre elementos y se utilizan para inferir procesos geoquímicos y trazar la estructura química rocosa en un diagrama de fases (Rollinson H, 1993).

Cuando la existencia de factores como el vidrio volcánico o la escasez del tamaño de grano impide determinar la composición mineralógica de las rocas, se recurren a métodos de clasificación de tipo químico. Este tipo de clasificación parte de la cantidad o proporción en peso de los elementos integrantes de la roca, mencionados en óxidos (SiO_2 , Al_2O_3 , K_2O). Los resultados del estudio son utilizados directamente en sistemas de la clasificación como la de T.A.S. (Total Alkali Silica), la cual es utilizada para determinar el tipo roca volcánica en base a la suma 100% de su contenido de silicatos: SiO_2 en X y sus minerales alcalinos $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ en Y, dividida en 15 campos. En este tipo diagrama se denominan mediante rocas ultrabásicas, básicas, intermedias, y ácidas (Le Maitre, 2002).

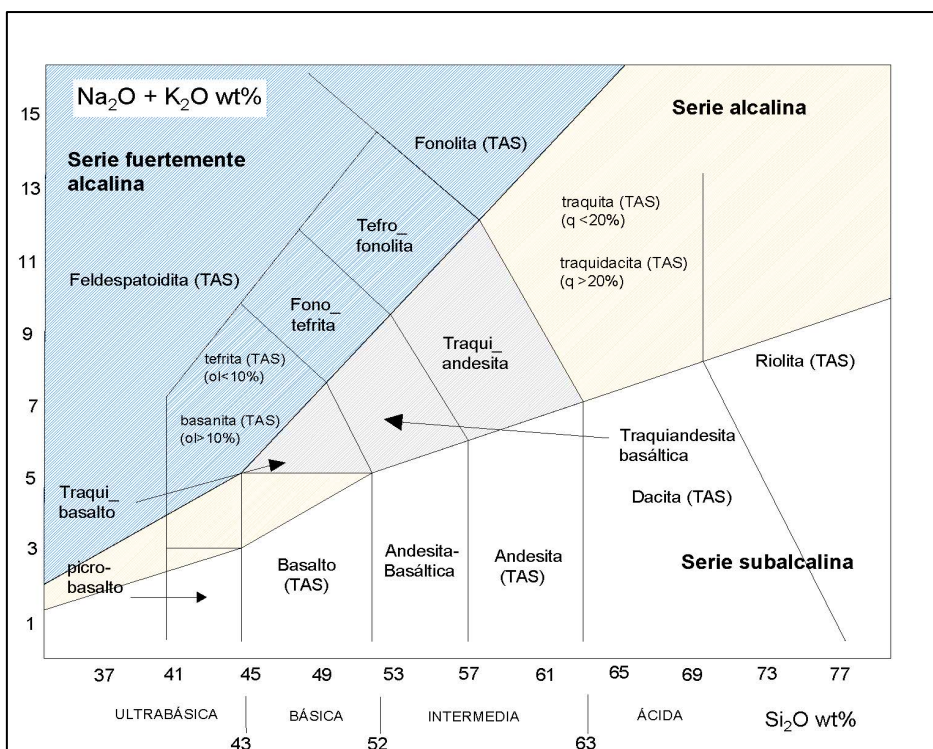


Figura 16: Clasificación química de las rocas ígneas volcánicas. Diagrama TAS - Total Álcalis vs. Silica - (Le Maitre, 2002).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Vulcanismo: Expresiones internas y externas del desplazamiento y enfriamiento de los materiales rocosos y fundidos en las cámaras magmáticas cercanas a la superficie terrestre (Dávila, 2011).

Petrografía de Rocas Ígneas: Análisis e interpretación de las características microscópicas de la roca en secciones delgadas, incluyendo la identificación de minerales, textura, tamaño de grano y evidencias de alteración y/o deformación (Bobrowski et al, 2018).

Secciones Delgadas: También conocidas como secciones delgadas, estas muestras consisten en rebanadas de roca con un espesor aproximado de 30 μm adheridas a una lámina de vidrio (portas) mediante resina epoxi. Luego, son cubiertas con otra lámina de vidrio para su estudio bajo un microscopio petrográfico (Hirsch, 2012).

Geoquímica: Análisis de la composición química de la roca con el fin de identificar pautas en la distribución de elementos que están espacialmente relacionados con la mineralización (Sinclair, 1991).

Aglomerado: Variante piroclástica en la que más del 75% del volumen está compuesto por bombas subangulares o redondeadas (Fisher, 1966).

Brecha piroclástica: Variante piroclástica en la que los bloques predominantes son mayormente angulosos, representando más del 75% del volumen total (Fisher, 1966).

Cristales y fragmentos de cristales: Provenientes de magmas porfíricos, estos se encuentran en depósitos volcanogénicos. Pueden estar presentes tanto en depósitos volcánicos primarios (piroclásticos) como secundarios, debido a procesos de retrabajo sedimentario (Dávila, 2011).

Fragmentos Líticos: Provenientes de formaciones rocosas previas, rara vez encontrados en xenolitos. Pueden originarse a través de erupciones explosivas (litoclastos en depósitos piroclásticos) o por erosión de rocas preexistentes (piroclastos secundarios) (Dávila, 2011).

Textura Porfírica: Esta textura se distingue por la presencia de fenocristales de diferentes tamaños, notoriamente grandes, dispersos en una matriz fina, también conocida como textura inequigranular (Dávila, 2011).

Evolución Eruptiva: Serie de rocas volcánicas que exhiben variaciones en su composición debido a cambios en la actividad volcánica, pudiendo abarcar coladas de lava, depósitos piroclásticos o material volcánico sedimentado retrabajado (Svendsen, 2004).

CAPITULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Geográfica

Geográficamente el área de investigación se encuentra ubicada entre 3000 a 3600 m.s.n.m., en la Cordillera Occidental de los Andes, al NE de la ciudad de Cajamarca, correspondiente al Cuadrángulo de San Marcos carta 15g y con un aproximado de 30 km².

Las coordenadas de los vértices que delimitan la zona de interés se especifican en la Tabla 5 en el Sistema UTM (Sistema de coordenadas universal), Datum WGS 84 y zona 17S (*Ver Anexo 05. Plano N° 01: Ubicación y Accesibilidad*).

Tabla 5:Coordenadas de los vértices del área de investigación.

Vértices	Coordenadas UTM - WGS84	
	Latitud	Longitud
1	9224000	788350
2	9217650	788350
3	9217650	783550
4	9224000	783550

3.1.2. Política

Desde el punto de vista político, el área de investigación se localiza entre los caseríos de El Triunfo y El Molino del Arco, en el Centro Poblado de Combayo, distrito de La Encañada, provincia y departamento de Cajamarca.

3.1.3. Accesibilidad

La accesibilidad al área de estudio es por vía terrestre, desde el distrito de Cajamarca hasta el Centro Poblado de Combayo, para lo cual existen dos posibles medios de acceso: La primera recorre la carretera asfaltada Cajamarca – Otuzco y continua por una trocha carrozable hasta Combayo; la segunda vía corresponde al tramo Cajamarca – Baños del Inca - Otuzco por una carretera asfaltada y después por una trocha carrozable a Combayo.

Tabla 6: Accesibilidad al área de investigación.

Accesos	Tramo	Tipo de Vía	Longitud (km)	Tiempo (min)	Total
1	Cajamarca - Otuzco	Asfaltada	10.9 km	24 min aprox.	1 hora y 20 min aprox.
	Otuzco - Combayo	Trocha Carrozable	21.6 km	56 min aprox.	
2	Cajamarca - Baños del Inca	Asfaltada	6 km	15 min aprox.	1 hora y 25 min aprox.
	Baños del Inca – Otuzco-Combayo	Asfaltada y Trocha Carrozable	30.7 km	1 hora y 10 min aprox.	

3.2. PROCEDIMIENTO

3.2.1. Planificación

La presente tesis se desarrolló se divide en tres etapas, se detallan a continuación:

3.2.1.1. Etapa Preliminar a Campo

Se realizó una exhaustiva búsqueda, revisión y análisis de información geológica, utilizando diversas fuentes como libros, boletines, revistas científicas, artículos y trabajos de investigación relacionados con el área de estudio. Se utilizaron técnicas de medición en el campo y se recopilaron mapas geológicos, topográficos y manuales de INGEMMET y GEOCATMIN. Además, se emplearon imágenes satelitales y ortofotos de alta resolución de software libre como Google Earth y SAS Planet. Se identificaron las principales vías de acceso, ríos, quebradas y afloramientos de rocas volcánicas. Se estructuró un Proyecto de Tesis con un cronograma detallado para guiar la investigación.

3.2.1.2. Etapa de Campo

Se delimitó el objeto de estudio, el Volcánico Huambos, entre las zonas de El Triunfo y Molino del Arco. Se utilizó un plano topográfico geológico e imágenes satelitales para identificar puntos de control y describir la disposición de los eventos volcánicos. Se realizaron muestreos selectivos y sistemáticos de muestras de mano y fragmentos de roca. Estas muestras serán analizadas en laboratorio para determinar sus características petrológicas, incluyendo textura, estructura, mineralogía y modo de ocurrencia. Los resultados serán registrados en formatos estratigráficos y tablas de clasificación petrológica.

3.2.1.3. Etapa de Laboratorio

Las muestras de mano recolectadas de cada unidad volcánica son descritas y clasificadas de manera macroscópica con la ayuda de una lupa Iwamoto 20X, lápiz rayador imantado, lápiz magnético y ácido clorhídrico 10%, además del uso de un Microscopio Estereoscópico Universal de 8X – 32X.

Las contramuestras representativas de cada evento volcánico fueron preparadas con un tamaño aproximado de 12*10*5 cm para la realización del estudio petrográfico, los fragmentos de roca se fueron pesados (1 kg), señados en bolsas de polietileno de 8 micras transparente (bolsas de muestreo), codificados y enviados para el análisis químico en las instalaciones del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) por los métodos combinados de: Espectrometría de masas con fuente de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) y Espectrometría de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES). Para la cuantificación de sus elementos se optó por la técnica de Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X Portátil (XRF) y ASD Terraspec Halo en la para identificación de ensambles mineralógicos de cada muestra de roca volcánica representativa.

3.2.2. Metodología

3.2.2.1. Etapa de Gabinete

Se orientó al procesamiento y validación de la información obtenida de cada punto de control y la descripción de las muestras litológicas a partir de sus características petrológicas mediante la clasificación macroscópica de Streckeisen (1979), Schmid (1981) y Fisher (1966). Los resultados de los análisis en laboratorio de microscopía con láminas o secciones delgadas fueron representados según su contenido mineralógico y en representados según su contenido mineralógico y en fotomicrografías detalladas, además del uso de diagramas de afinidad química, la columna estratigráfica y los planos finales son digitalizados en softwares de aplicación geológica. Esta etapa también comprendió la redacción final del informe científico, la presentación y posterior sustentación.

3.2.2.2. Tipo, Nivel, Diseño y Método de Investigación (Baptista et al, 2010)

- *Tipo de Investigación:* Descriptiva – aplicada, se encarga de describir la población, pone en práctica el conocimiento científico adquirido para definir las características petrológicas, estratigráficas, procesos de formación presentes en el Volcánico Huambos.
- *Nivel de Investigación:* Explicativa – analítica, se analiza la petrología del Volcánico Huambos mediante propiedades macroscópicas, microscópicas y composición química. Y se interpreta la formación de los diferentes eventos volcánicos.

- *Diseño de Investigación:* No experimental – de corte transversal, se analizó variables litológicas no manipuladas en un espacio de tiempo, indicando su incidencia de interrelación en un momento dado.
- *Método de Investigación:* Deductivo – inductivo, se logró caracterizar el Volcánico Huambos mediante análisis petrológico, petrográfico y geoquímico.

Tabla 7: Clasificación y los tipos de investigación.

Clasificación	Tipos de investigación
Tipo	Descriptiva – aplicada
Nivel	Explicativa – analítica
Diseño	No experimental / de campo
Método	Deductivo – inductivo

Fuente: Adaptado de Supo (2016).

3.2.2.3. Población de Estudio

La población de estudio son los afloramientos del Volcánico Huambos entre los caseríos El Triunfo y Molino del Arco, centro poblado Combayo, distrito de la Encañada en un área aproximada de 3000 ha.

3.2.2.4. Muestras

Se consideró la litología, textura, estructura, mineralogía y facies volcánicas.

3.2.2.5. Unidad de Análisis

Características petrológicas de las facies volcánicas y volcanoclásticas del Volcánico Huambos formadas a través de cambios en el tiempo geológico.

3.2.3. Definición de Variables

Para la presente investigación se tomaron en cuenta dos tipos de variables: Variables Independientes y Variables Dependientes. Las cuales se especifican en la siguiente Tabla:

Tabla 8: Variables Independientes y Dependientes.

Variables independientes	Variable dependiente
Litología	Caracterización Petrológica
Textura	
Estructura	
Mineralogía	
Facies volcánicas	

3.2.4. Técnicas

Para la recolección de datos se utilizaron las siguientes técnicas:

Análisis documental y observación directa, se programó salidas a campo para la recopilación de información de las características petrológicas del Volcánico Huambos, como la textura, estructura, mineralogía, ambiente y procesos de depositación.

Cartografiado geológico a escala 1:20 000, Correspondiente al reconocimiento de las facies volcánicas y la delimitación de los contactos litológicos, orientación y espesor de cada unidad.

Toma de fotografías, compilación de información fotográfica de cada cambio litológico, topografía y relieve, siendo descritos y analizados en gabinete.

Recolección de muestras litológicas representativas, descritas y clasificadas según sus características petrológicas de manera macroscópica y mediante análisis de laboratorio.

Supervisión y aseguramiento de la calidad de los datos recolectados en el terreno, necesario para la correcta representatividad de la población dentro de los procedimientos de recolección de muestras litológicas y mediciones estratigráficas.

Los instrumentos estuvieron constituidos por Formatos de Clasificación Macroscópica de Rocas Volcánicas, Formatos estratigráficos para elaboración de la columna estratigráfica volcánica y los planos que serán presentados en el estudio, los cuales permiten la posición real espacial de las muestras litológicas, la descripción de sus características petrográficas y las facies de la secuencia volcánica (*Ver Anexo 03. “Formato petrográfico de descripción y clasificación macroscópica de rocas volcánicas y subvolcánicas”*) Se sintetiza en la siguiente tabla:

3.2.5. Instrumento y Equipos

Los instrumentos y equipos utilizados para la toma de datos en las diferentes salidas a campo, análisis, procesamiento y la posterior elaboración de esta tesis se describen a continuación:

Tabla 9: Relación entre las variables, indicadores y técnicas e instrumentos de datos.

Variables	Indicadores	Recolección de Datos	
		Técnicas	Instrumentos
Litología	Composición (Cartografiado geológico)	Análisis documental	Planos temáticos
		Observación Directa/mapeo y cartografiado geológico de los afloramientos del Volcánico Huambos	“Formato petrográfico de descripción y clasificación macroscópica de rocas volcánicas y subvolcánicas” Estudios petrográficos.
Textura	Grado de Cristalización Granulometría Forma de los cristales	Toma de Fotografías	Formato para elaboración de la columna estratigráfica volcánica (Modificado de Herrera, 2012).
		Recolección de muestras de mano para posterior descripción y clasificación	Brújula tipo Brunton, GPS, Wincha y Flexómetro, Libreta, Picota, bolsas de muestreo y codificadores, lápiz imantado, lupa, etc.
Estructura	Escala de muestra tipo mano y de campo (Bandeamientos y lineamientos)	Control de la Calidad de los Datos	
Mineralogía	Propiedades ópticas (Minerales indicadores)		
Facies Volcánicas	Flujos piroclásticos Coladas piroclásticas Flujos de escombros Flujos Lávicos Lahares		

3.2.5.1. Equipos

- *Brújula Brunton mod. 5006*: Utilizado para la toma de direcciones de discontinuidades, paleoflujos, diques, buzamientos e inclinación de cada unidad estratigráfica.
- *GPS, Garmin 78S*: Instrumento utilizado para la obtención de las coordenadas para la ubicación de puntos de control.

- *Picota marca Estwing mango largo*: Necesaria para extraer muestras de roca.
- *Comba y cincel*: Para la extracción de muestras para estudios petrográficos y chips.
- *Bolsas de muestreo y codificadores*: Utilizadas para el mantenimiento del estado de las muestras seleccionadas y posterior identificación.
- *Guantes y gafas de seguridad*: Sirven para proteger las manos y ojos de esquirlas de roca.
- *Flexómetro de 5 m y Wincha de 30 m*: Para medir el espesor de las unidades volcánicas.
- *Escala de 10 cm (1:100, 1:150)*: Sirve para la escala de las muestras analizadas y también para indicar la orientación de cada estación.
- *Lápiz rayador 88CM General Tools*: Herramienta utilizada para identificar minerales por medio de su dureza relativa.
- *Libreta de Campo, tablero de cartografiado*: Para la toma ordenada y secuencia de los datos obtenidos en campo, así como para dibujar croquis o bosquejos.
- *Lupa de 20X/40X (Iwamoto y Triplet)*: Herramienta óptica utilizada para visualizar mejor los cristales, matriz y/o pasta volcánica, tamaño de grano textural e inferir porcentajes.
- *Protactor a escala 1:500 y 1:1000*: Utilizado para el cartografiado local.
- *Cámara digital Cannon 12Mgp*: Instrumento utilizado para el registro fotográfico.

3.2.5.2. Materiales

- *Lápices, lapiceros y colores*: Utilizados para anotaciones y cartografiado.
- *Plano geológico, satelital y topográfico a escala 1/100000 y 1/50000*: Guía para ubicarse dentro del área de estudio y el cartografiado de las facies volcánicas y volcanoclásticas.
- *Formatos de elaboración de columna estratigráfica volcánica*: Se especifica y describe el tipo de secuencia volcánica y la altura de cada unidad.
- *Tablas y formatos de clasificación petrográfica ígnea*: Utilizado para clasificar las rocas volcánicas encontradas en campo, utilizando los diagramas de clasificación de rocas volcánicas Streckeisen (1979), Schmid (1981) y Fisher (1966) para rocas piroclásticas.

Materiales de Oficina:

- *Laptop Toshiba Satellite S50*: Computador portátil utilizado para la elaboración de los planos, formatos, gráficas, análisis, procesamiento y la redacción del presente informe.
- *Impresora Epson L3150*: Permite la impresión del trabajo digitalizado.
- *Útiles de Escritorio*: Papel bond, lápiz, plumones indelebles, etc.

3.2.5.3. Soporte Técnico, Programas de Computador Utilizados

La información adquirida en campo y los planos correspondientes serán procesados mediante el uso de un computador portátil empleándose los siguientes softwares:

- *Microsoft Office 2021 (Word, Excel, Power Point)*: Software de oficina para la redacción, creación, modificación y presentación de datos litológicos y muestras petrológicas. Permite generar diagramas de composición modal y variables químicas.
- *ArcGis Pro*: Sistema de información Geográfica (SIG), utilizado para visualizar, crear, manipular y gestionar la información bajo un criterio geológico, sirve para la realización de los planos temáticos.
- *AutoCad 2020*: Software de diseño que permite la creación y edición de geometría 2d y modelos sólidos 3D, cuyo uso es fundamental para la elaboración de la columna estratigráfica volcánica.
- *Google Earth, y SASPlanet*: Softwares de libre acceso, para obtención de ortofotos, imágenes satelitales con buena resolución.

3.2.6. Tratamiento, Análisis De Datos Y Presentación De Resultados

El proceso de análisis de los datos obtenidos y documentados en la libreta de campo, planos base, fichas petrográficas y estratigráficas, se inicia con la descripción macroscópica de las muestras seleccionadas de cada estación, utilizando la clasificación mineralógica de Streckeisen (1979), la cual determina la nomenclatura de las rocas volcánicas a partir de su contenido modal de minerales primarios como el cuarzo, feldespatos y plagioclasa. Para las rocas piroclásticas, se utiliza la propuesta de Schmid (1981) y Fisher (1966) que considera el tipo y la granulometría del material fragmentado. Los estudios petrográficos en laboratorio se realizaron láminas delgadas, donde se identificó el contenido mineralógico, textural y las condiciones en las que han sido formadas. Se utilizarán diagramas químicos binarios y ternarios para analizar la composición y características petrológicas del Volcánico Huambos. Para la elaboración de planos temáticos, secciones geológicas y la columna estratigráfica, se utilizan programas de computadora como ArcGIS Pro, SASPlanet y AutoCAD 2020. Estas herramientas permiten representar de manera precisa los datos geológicos recopilados, facilitando la interpretación y la comunicación de los resultados.

3.3. CONTEXTO GEOLÓGICO

3.3.1. Geomorfología

Las unidades geomorfológicas en la zona de estudio se formaron debido a periodos endógenos del Triásico Tardío al Mioceno tardío, relacionados con el desarrollo de la Cordillera de los Andes del norte del Perú. Estos incluyeron compresión, extensión, levantamientos, fallamientos y eventos magmáticos a lo largo de millones de años (Noble et al., 1985). La meteorización física, química y biológica ha modificado las formaciones rocosas sedimentarias del Cretácico y las facies volcánicas del Neógeno.

3.3.1.1. Superficies De Erosión

Resultado de la acción conjunta de factores geodinámicos que han transformado la morfología preexistente, controlados principalmente por las propiedades mecánicas de resistencia y permeabilidad de los volcánicos.



Foto 1: Superficies de erosión en el Cerro Entierro. Coordenadas (UTM): N: 9219473, E: 787322, C: 2996.

3.3.1.2. Disyunción Columnar

Los depósitos volcánicos se formaron por flujos calientes en valles y depresiones, se enfriaron, solidificaron y sufrieron meteorización y erosión. Este diaclazamiento origina columnas prismáticas perpendiculares a la dirección de pérdida de calor (Rave et al., 2019).

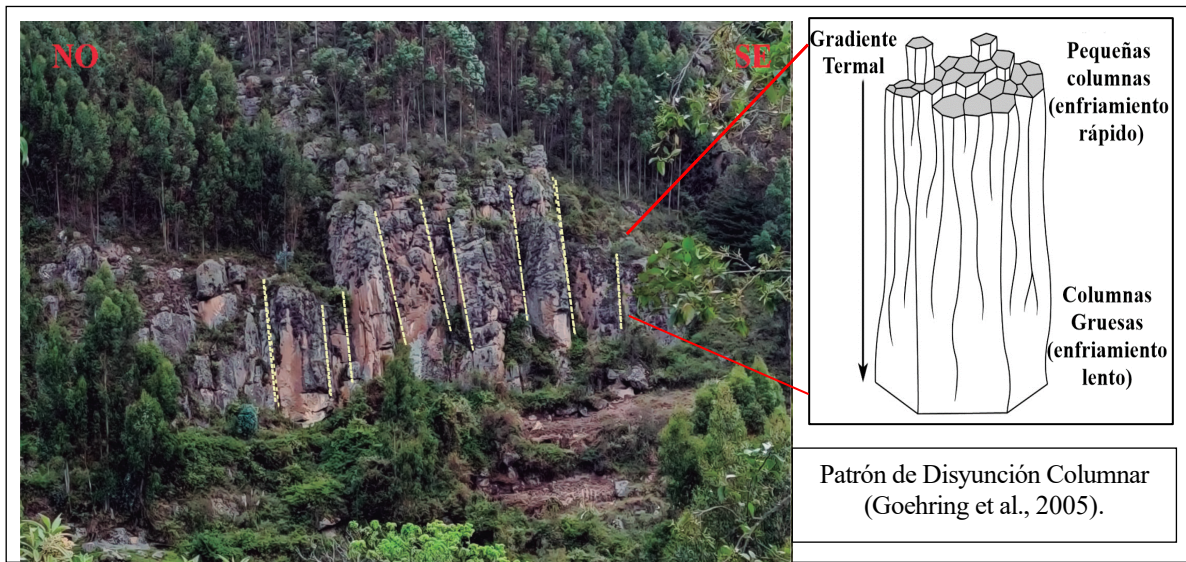


Foto 2: Disyunción Columnar en ignimbritas del Volcánico Huambos (Evento IV).
 Coordenadas (UTM): N:9223558, E:784225, C:3445.

3.3.1.3. Valles

Característica geográfica relacionada con la meteorización y erosión del paisaje, con influencia de factores geológicos y estructurales como fallas y pliegues paralelos.



Foto 3: Valle Juvenil en forma de “V” al margen derecho del Río Azufre al SW del Caserío Bellavista Baja. Coordenadas (UTM): 9220830, E:786099, C: 3100.

3.3.1.4. Drenaje

Está definido por el Río Grande (NE-SO) con las quebradas Habasmayo, Las Minas y Ormacha, el Río Azufre (N-S) y parte del Río El Quinario. Estas microcuencas pertenecen a la subcuenca del Río Chonta, que a su vez forma parte de la Cuenca Crisnejas. Presentan un caudal no permanente, excepto durante épocas de lluvias, y el drenaje es dendrítico.

3.3.2. Unidades Morfogenéticas

Las unidades morfológicas están relacionadas con la erosión y el relieve. Se clasificaron según altura y pendiente siguiendo la propuesta de Tapia-Varela y López-Blanco (2001) y Rodríguez (2016). Las unidades incluyen planicies, lomadas, laderas y escarpas (Tabla 09).

Tabla 10: Unidades Morfogenéticas establecidas según su pendiente.

Pendiente	Tipo de Unidad
0° - 8°	Planicie
8° - 20°	Lomada
20° - 50°	Ladera
50° - 90°	Escarpas

Fuente: Tomado de Rodríguez (2016).

Planicies

Áreas extensas y onduladas con baja energía de relieve y pendientes suaves. Suelos fluviales y fluvio-aluviales. Usadas para agricultura y ganadería.



Foto 4: Planicies cercanas a las faldas del Cerro Ormacha. Coordenadas (UTM): N: 9222687, E: 786672, C: 3370.

Lomadas

Colinas de bajo ángulo utilizadas en actividades agrarias, de forma heterogénea, son redondeadas y alargadas, con una altura máxima de 100 metros. Estas colinas se encuentran en áreas afectadas por erosión, con litología variable y depósitos coluviales.



Foto 5: Lomadas presentando una forma convexa, en el Cerro Rangra al NE del Caserío Apalín Alto. Coordenadas (UTM): N: 9220617, E: 784676, C: 3327.

Laderas

Relieves inclinados con elevación promedio de 250 metros y morfología variable debido al desgaste y cambios litológicos. Presentan pendientes de 25° a 50°, compuestos por rocas sedimentarias del Cretáceo y depósitos volcánicos.



Foto 6: Laderas cercanas a el Cerro Ormacha, al NE del Centro Poblado de Combayo. Coordenadas (UTM): N: 9222449, E: 787033, C: 3324.

Escarpes

Geoforma con pendientes superiores a 50°. Erosión rápida de la roca por escorrentía superficial. Menos común y diversas formas.



Foto 7: Escarpe, unidad morfogénica erosionada por escorrentía aguas arriba del Río Azufre, con una pendiente de 75°. Coordenadas (UTM): N: 9219896, E: 785855, C: 2988.

3.3.3. Geología Estructural

En Cajamarca, el sistema de fallas tiene una orientación noreste-suroeste, relacionada con los esfuerzos tectónicos de la placa de Nazca. Estos eventos de compresión desde el período Triásico generaron una intensa deformación pre-cenozoica y pliegues con orientación predominante de oeste-noroeste a noroeste en el norte de Perú, originando una zona de fallas y fracturamiento (Longo, 2005).

Las rocas sedimentarias Cretácicas fueron deformadas durante el Cenozoico por episodios orogénicos compresivos conocidos respectivamente como la Fase Peruana, Inca y Quechua del Ciclo Andino. El vulcanismo asociado a las rocas de la Formación Huambos (34,5 Ma) y Porculla (39 Ma) erupcionó después de la fase tectónica Incaica II (44 Ma) (Benavides, 1999). En el área de estudio se evidencia un sinclinal (cuyo eje se aprecia en la Formación Mujarrún y Grupo Quilquiñán), fallas locales y diaclasamientos.



Foto 8: Sinclinal al NE del Cetro Poblado de Combayo con dirección de eje NO -SE en rocas calcáreas y carbonatadas de la Formación Mujarrún y Grupo Quilquiñán. Coordenadas (UTM): N: 9223892, E: 787409, C: 3733.

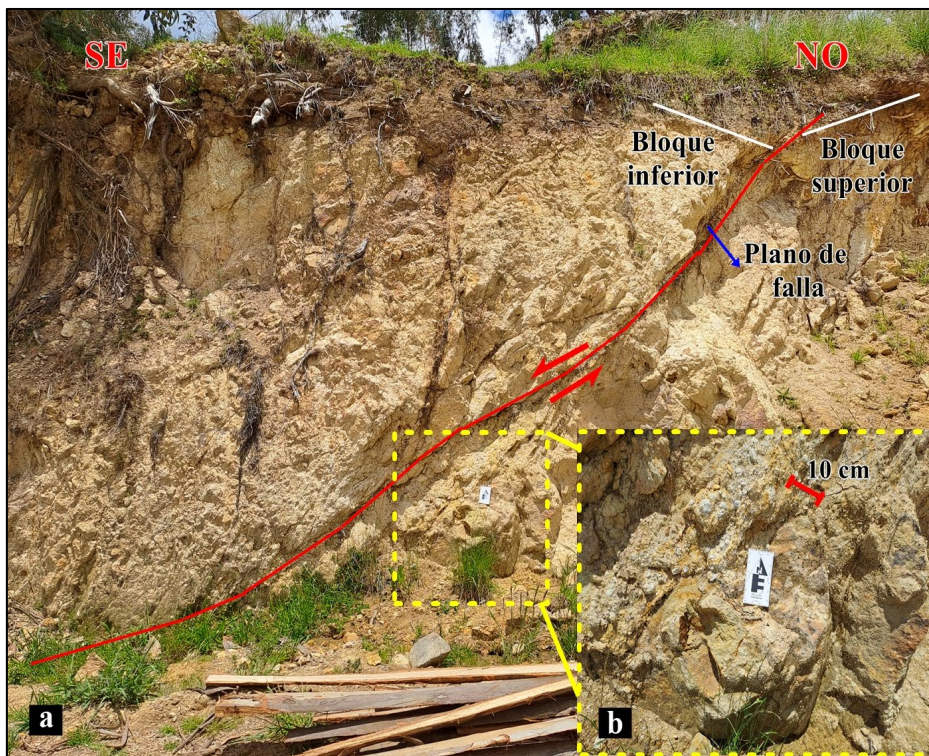


Foto 9: a) Falla normal local con azimuth N170° y buzamiento 40°SO, se observa el plano de falla y el movimiento de un bloque con respecto al otro. b) Brecha de falla con clastos monolíticos subangulosos y matriz oxidada de minerales arcillosos, producto del fracturamiento y fricción por el movimiento de esta estructura. Coordenadas (UTM): N: 9220298, E: 787746, C: 3121.

3.3.4. Geología Local

La Cuenca de Cajamarca se conforma por una capa sedimentaria del Cretácico con unidades clásticas y calcáreas sometidas a procesos de regresión y transgresión marina. Los esfuerzos tectónicos compresivos de la Fase Peruana generaron plegamientos y fallamientos. Se encuentran intrusiones subvolcánicas calcoalcalinas en forma de domos, plutones, diques y sills. En el área de estudio, las unidades sedimentarias del Cretácico superior (Formación Yumagual, Formación Mujarrún y Grupo Quilquiñan y Formación Cajamarca), se superponen angularmente a las facies del Volcánico Huambos. También se presentan depósitos cuaternarios de origen fluvial, aluvial, coluvial y coluvio-aluvial.

El cartografiado geológico se realizó a una escala 1:20 000 (*Ver Anexo 05. Plano N°4: Geológico*), utilizando como referencia la Carta Geológica Nacional 15g perteneciente al cuadrángulo de San Marcos a escala 1:100 000 del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) con revisión, actualización e integrado en los años 2017 y 2018, ubicando al Volcánico Huambos, geocronológicamente en el Neógeno-Mioceno (con edades absolutas según la IUGS: Neógeno 23.03 M.a – 2.58 Ma; Mioceno 23.03 M.a - 5.33 M.a), vinculándolo con un periodo tardío (Wilson, 1984).

3.3.4.1. Grupo Pulluicana

Formación Yumagual: consiste en una secuencia de margas y calizas gris parduzcas con un espesor aproximado de 700m. La base contiene calizas con contenido orgánico y delgadas capas de margas y arcillitas. El miembro medio presenta intercalaciones de calizas, margas, limonitas arcillosas y arcillitas, con bancos de calizas nodulares con restos de biozonas. El miembro superior consiste en calizas con intercalaciones de margas y arcillitas en contacto con el Grupo Quilquiñan y la Formación Mujarrum, con fósiles de *Exogyra* (Reyes, 1980).

Infrayace en discordancia angular erosiva a los Volcánico Huambos del Evento I, esta formación se observa con mayor predominio a la margen derecha del Río Grande al este de la zona de estudio en la carretera Combayo – Minas Conga, con afloramientos expuestos en la carretera Santa Rosa de Combayo.



Foto 10: Calizas micríticas grises de grano medio (wackstone y packstone) diaclasadas hasta de 1 metro de espesor. Coordenadas (UTM): N: 9222928, E: 787070, C: 3472.

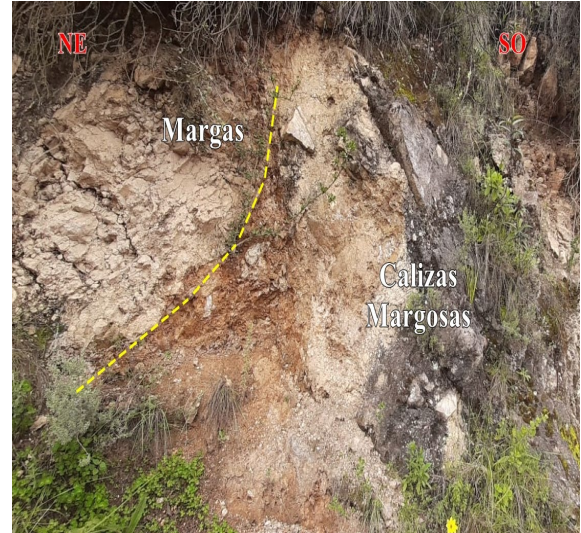


Foto 11: Secuencia de calizas margosas, limonitas cremas y margas fosilíferas parduzcas (en niveles de 20 a 40 cm de espesor). Coordenadas ref. (UTM): N: 9222917, E: 787068, C: 3460.

3.3.4.2. Formación Mujarrún y Grupo Quilquiñán

La base de esta secuencia (Fm. Mujarrún) se dispone de manera concordante sobre la Fm. Yumagual. Presenta un espesor aproximado de 450 -500m. Consiste en una gruesa secuencia de calizas nodulares gris claro, seguida de margas y arcillitas intercaladas, depositándose lechos delgados de calizas nodulares con margas pardo-amarillentas fosilíferas con presencia de arcillitas arenosas intemperizadas, con bancos de calizas claras arenosas y margas delgadas.

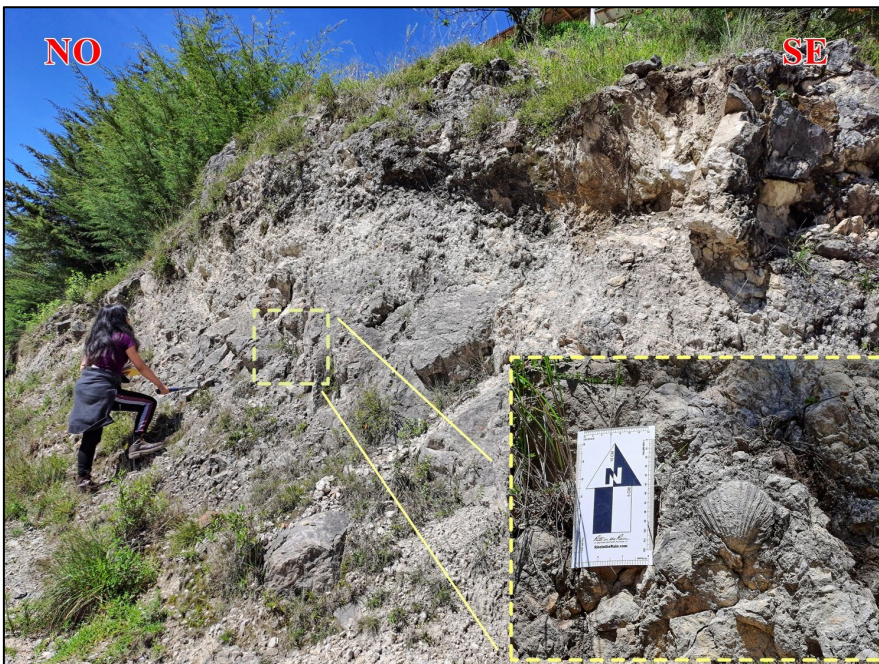


Foto 12: Caliza packstone y wackestone gris claro, margas y arcillitas fosilíferas, junto con calizas margosas. Coordenadas (UTM): N: 9219308, E: 786388, C: 2994.

3.3.4.3. Formación Cajamarca

Corresponde a una de las secuencias calcáreas que destaca por su topografía kárstica y ocurrencia en bancos gruesos y duros. Esta unidad se dispone concordantemente sobre las calizas del Grupo Quilquiñán y de igual manera subyace a la Formación Celendín, con un espesor en la zona de estudio que oscila entre los 150-200 metros. Se compone de caliza pura micrítica de grano fino de color gris claro a oscuro con delgados horizontes de arcillitas y margas. Se observan procesos de descarbonatación en la roca calcárea, lo que puede dar lugar a la formación de rasgos característicos del relieve kárstico.



Foto 13: Calizas grises oscuras a azuladas tabulares (Mudstone y Wackstone) con intemperización moderada y cubiertas por material cuaternario. Lapiaces como proceso inicial a la karstificación. Coordenadas (UTM): N: 9218168, E: 786952, C: 2950.

3.3.4.4. Volcánico Huambos

La litología volcánica comprende de tobas andesíticas y dacíticas, formando depósitos de flujos piroclásticos, caídas piroclásticas, ignimbritas, brechas y aglomerados. Los minerales esenciales incluyen plagioclasas, feldespatos potásicos y alcalinos, biotitas y hornblendas. Se evidencia predominan los clastos porfiríticos y se observan fragmentos de roca volcánica preexistente (xenolitos). La formación volcánica constituye más del 93% del área estudiada.



Foto 14: Flujos piroclásticos andesíticos con pómez, lapilli y cristales, y variación de partículas de ceniza fina. Coordenadas (UTM): N:9221617, E:785209, C:3130.

3.3.4.5. Depósitos Cuaternarios

Depósitos recientes del Holoceno con cobertura no consolidada en ríos, valles y llanuras, de composición variable con granos de arena, arcilla, gravas, cantos y bloques, principalmente de origen volcanoclástico. Tiene un espesor de 0.20-2.5 m. En la zona de estudio se presentan como depósitos fluviales con clastos redondeados a subredondeados y depósitos aluviales, coluviales y coluvio-aluviales de geometría angulosa.



Foto 15: Depósitos: a) Fluviales, material subredondeado en zona meándricas. b) Coluviales, Gravas y bloques subangulosos en arena y arcilla, expuesto en carretera. Coordenadas (UTM): N: 9219427, E: 787375, C: 2985.

CAPITULO IV

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. CARACTERIZACIÓN PETROGRÁFICA MACROSCÓPICA

Esta sección se centra en la caracterización petrológica del Volcánico Huambos, para lo cual se seleccionaron cuidadosamente muestras representativas que permitieran comprender las características mineralógicas, composicionales, texturales y de alteración presentes en esta unidad. Para garantizar la representatividad de las muestras recopiladas, se llevó a cabo un muestreo sistemático en las zonas del Molino del Arco y El Triunfo, así como en los caseríos adyacentes al Centro Poblado de Combayo. Se priorizaron áreas de afloramientos sin presencia de depósitos cuaternarios y con libre acceso.

Se empleo una lupa geológica Iwamoto de 20 aumentos, Microscópio Estereoscópico de zoom 8X-32X con objetivos de 0,63x, 1,25x, 1,6x y 2,0x, junto con un rayador imantado, ácido clorhídrico y protector, para la cuantificación de elementos y descripción macroscópica de las muestras de campo.

Además, se ha desarrollado el 'Formato Petrográfico de Descripción y Clasificación Macroscópica de Rocas Volcánicas y Subvolcánicas', basado en el enfoque propuesto por Arapa, 2020. Este formato está adaptado específicamente a las características de las rocas muestreadas y consta de 09 ítems, comprende 03 tipos de clasificación, según: Streckeisen (1979) utiliza los componentes cuarzo, feldespato potásico o alcalino, feldespato sódico o plagioclasas, y feldespatoïdes para determinar el tipo de roca. La clasificación Schmid (1981) se basa en el tipo de componente: vidrio, fragmentos de roca y cristales. La clasificación Fisher (1966) se enfoca en el tamaño de los componentes: ceniza (< 2 mm), lapilli (2 mm - 64 mm) y bloques/bombas (> 64 mm). Estas 2 últimas clasificaciones se aplican específicamente a las muestras volcánicas explosivas (tobas) de características granulométricas inferiores.

Tabla 11: Caracterización de 60 muestras de rocas volcánicas y subvolcánicas en Molino del Arco, El Triunfo y alrededores de Combayo. Incluye detalles de la Unidad Litoestratigráfica, coordenadas UTM, clasificación por génesis y minerales máficos, textura y modo de ocurrencia.

Cod. Muestra	Coordenadas UTM (WGS84)		Unidad litoestratigráfica	Clasificación Genética	Color/Tonalidad	Matriz	Fenocristales/ fragmentos de cristales	Color (% MFs)	Textura Macroscópica	Modo de ocurrencia
	Este	Norte								
MVH-01	784260	9220152	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento III)	Extrusiva-Piroclástica	Gris claro violáceo	Cnz-Vd-Cx	PLGs-FPs-MFs	Leucocrático	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-02	784613	9220216	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento III)	Extrusiva-Piroclástica	Gris claro verdoso	Cnz-Vd-Cx	PLGs-FPs-MFs	Leucocrático	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-03	784693	9220286	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento III)	Extrusiva-Piroclástica	Gris claro violáceo	Cnz-Vd-Cx	PLGs-FPs-MFs	Leucocrático	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-04	784686	9220357	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento IV)	Extrusiva-Piroclástica	Gris claro	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Leucocrático	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-05	784509	9220484	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento IV)	Extrusiva-Piroclástica	Gris claro	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Leucocrático	Fragmental	Avalancha Volcánica
MVH-06	784677	9220567	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento III)	Extrusiva-Piroclástica	Gris claro violáceo	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Leucocrático	Fragmental	Avalancha Volcánica
MVH-07	784612	9220635	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento III)	Extrusiva-Piroclástica	Gris claro violáceo	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Leucocrático	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-08	784582	9220842	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento III)	Extrusiva-Piroclástica	Gris claro violáceo	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Leucocrático	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-09	784679	9221060	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva-Piroclástica	Gris blanquecino	Cnz-Vd-Cx	PLGs-FPs-MFs	Leucocrático	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-10	784506	9221854	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento I)	Extrusiva-Piroclástica	Gris blanquecino	Cnz-Cx	PLGS-Cz-MFs	Hololeucocrático	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-11	784787	9222376	Intrusivos -Subvolcánicos del Mioceno	Subvolcánica	Gris beige	Microcristales	PLGs-FPs-MFs	Mesocrática	Porfírica	Intrusivo
MVH-12	785131	9222436	Intrusivos -Subvolcánicos del Mioceno	Subvolcánica	Gris oscuro	Microcristales	PLGs-FPs-MFs	Leucocrática	Porfírica	Intrusivo
MVH-13	786090	9219259	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento I)	Extrusiva-Piroclástica	Gris blanquecino	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs-Cz	Leucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-14	786063	9219230	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento I)	Extrusiva-Piroclástica	Gris blanquecino	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Leucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-15	786012	9219264	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento I)	Extrusiva-Piroclástica	Gris oscuro amarillento	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs-Cz	Leucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-16	785845	9219543	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva-Piroclástica	Gris verdoso	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Leucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-17	785812	9219742	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento I)	Extrusiva-Piroclástica	Gris blanquecino	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs-Cz	Leucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-18	785925	9218634	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva-Piroclástica	Gris verdoso	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Leucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-19	785083	9223122	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva-Piroclástica	Gris verdoso	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Leucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico

Cod. Muestra	Coordenadas UTM (WGS84)		Unidad litoestratigráfica	Clasificación Genética	Color/Tonalidad	Matriz	Fenocristales/ fragmentos de cristales	Color (% MFs)	Textura Macroscópica	Modo de ocurrencia
	Este	Norte								
MVH-20	784362	9222922	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento III)	Extrusiva-Piroclástica	Gris oscuro violáceo	Cnz-Cx	PLGs-FPs-MFs	Hololeucocrático	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-21	783259	9222331	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento III)	Extrusiva-Piroclástica	Gris blanquecino	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs-Cz	Hololeucocrático	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-22	784311	9220204	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento IV)	Extrusiva-Piroclástica	Gris blanquecino rosado	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs-Cz	Hololeucocrático	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-23	784493	9220180	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento III)	Extrusiva-Piroclástica	Gris claro violáceo	Cnz-Vd-Cx	PLGs-FPs-MFs	Hololeucocrático	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-24	784309	9220145	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento III)	Extrusiva-Piroclástica	Gris claro violáceo	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Leucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-25	787436	9223062	Intrusivos -Subvolcánicos del Mioceno	Subvolcánica	Gris oscuro verdoso	Microcristales	PLGs-MFs-Cz	Mesocrática	Porfirítica	Intrusivo
MVH-26	787293	9221179	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva - Efusiva	Gris oscuro	Vd-Cx	PLGS-MFs	Leucocrática	Porfirítica	Avalancha volcánica
MVH-27	787293	9221179	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva-Piroclástica	Gris amarillento	Cnz-Vd-Cx	PLGS-MFs	Leucocrática	Fragmental	Avalancha volcánica
MVH-28	787337	9221169	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva-Piroclástica	Gris claro amarillento	Cnz-Vd-Cx	PLGS-MFs	Leucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-29	787744	9220272	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva-Efusiva	Gris verdusco	Vd-Cx	PLGS-MFs	Leucocrática	Porfirítica	Flujo Piroclástico
MVH-30	787744	9220272	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva-Piroclástica	Rosado	Cnz-Vd-Cx	PLGS-FPs-Cz	Hololeucocrático	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-31	787772	9220230	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva-Efusiva	Gris violáceo	Vd-Cx	PLGs-MFs	Leucocrática	Porfirítica	Flujo Piroclástico
MVH-32	787488	9219954	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva-Piroclástica	Gris claro	Cnz-Vd-Cx	PLGS-MFs-Cz	Leucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-33	787513	9219641	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva-Piroclástica	Gris claro amarillento	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Leucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-34	787445	9219638	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva-Piroclástica	Gris claro amarillento	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Leucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-35	787319	9222938	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva-Piroclástica	Gris blanquecino	Cnz-Vd-Cx	PLGS-MFs-Cz	Leucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-36	787319	9222938	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva-Piroclástica	Gris amarillento	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Hololeucocrático	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-37	787070	9222938	Intrusivos -Subvolcánicos del Mioceno	Subvolcánica	Gris parduzco	Microcristales	PLGs-MFs	Leucocrática	Porfirítica	Intrusivo
MVH-38	785390	9222739	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva - Efusiva	Gris oscuro	Vd-Cx	PLGs-MFs	Leucocrática	Porfirítica	Aglomerado
MVH-39	787230	9221238	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva-Piroclástica	Gris blanquecino	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs-Cz	Hololeucocrático	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-40	787198	9220640	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva-Piroclástica	Gris blanquecino	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Leucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico

Cod. Muestra	Coordenadas UTM (WGS84)		Unidad litoestratigráfica	Clasificación Genética	Color/Tonalidad	Matriz	Fenocristales/ fragmentos de cristales	Color (% MFs)	Textura Macroscópica	Modo de ocurrencia
	Este	Norte								
MVH-41	786072	9221360	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva-Piroclástica	Gris claro	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Leucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-42	787441	9219568	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva-Piroclástica	Gris amarillento	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Leucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-43	786691	9218039	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento I)	Extrusiva-Piroclástica	Gris verduzco	Cnz-Vd-Cx	PLGs-FPs-MFs	Leucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-44	786559	9218126	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento I)	Extrusiva-Piroclástica	Gris parduzco	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Hololeucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-45	786030	9219030	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva-Piroclástica	Gris blanquecino	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Leucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-46	785921	9218847	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva-Piroclástica	Gris verdoso	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Leucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-47	785912	9218429	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva-Piroclástica	Gris blanquecino	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Leucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-48	785758	9218157	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva-Piroclástica	Gris claro	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Leucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-49	785323	9217892	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva-Piroclástica	Gris verdoso	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Hololeucocrático	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-50	784885	9218326	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva-Piroclástica	Gris claro	Cnz-Vd-Cx	PLGs-FPs-MFs	Leucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-51	786030	9219030	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva-Piroclástica	Gris claro	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Leucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-52	784215	9218312	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento III)	Extrusiva-Piroclástica	Rosada	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs-Cz	Hololeucocrático	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-53	784091	9218924	Intrusivos -Subvolcánicos del Mioceno	Subvolcánica	Gris blanquecino	Microcristales	PLGs-Cz	Hololeucocrático	Porfírica	Intrusivo
MVH-54	784584	9220498	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento IV)	Extrusiva-Piroclástica	Gris claro	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Hololeucocrático	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-55	786406	9221835	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento III)	Extrusiva-Piroclástica	Gris oscuro	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Leucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-56	787461	9221573	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva-Piroclástica	Gris verdoso	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Leucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-57	785539	9222147	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento III)	Extrusiva-Piroclástica	Gris blanquecino	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Leucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-58	784385	9221702	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II)	Extrusiva-Efusiva	Gris claro	Vd-Cx	PLGs-MFs-Cz	Leucocrática	Porfírica	Aglomerado
MVH-59	787617	9224184	Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento IV)	Extrusiva-Piroclástica	Gris verdoso	Cnz-Vd-Cx	PLGs-MFs	Leucocrática	Fragmental	Flujo Piroclástico
MVH-60	787931	9222157	Intrusivos -Subvolcánicos del Mioceno	Subvolcánica	Gris oscuro verdoso	Microcristales	PLGs-MFs	Mesocrática	Porfírica	Intrusivo

Abreviaturas: Cnz: ceniza, Vd: vidrio, Cx: cristales, PLGs: plagioclasas, FPs: feldespatos, Cz: cuarzo y MFs: máficos.

Tabla 12: Clasificación modal según Streckeisen (1979), Schmid (1981) y Fisher (1966).

COD. MUESTRA	STRECKEISEN (1979)	SCHMID (1981)	FISHER (1966)
MVH-01	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba cristalolítica	Toba de ceniza
MVH-02	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba cristalovítrea	Toba de ceniza
MVH-03	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba de cristales	Toba de ceniza
MVH-04	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba cristalovítrea	Toba de lapilli
MVH-05	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba de cristales	Toba de ceniza
MVH-06	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba de cristales	Toba de ceniza
MVH-07	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba cristalovítrea	Toba de ceniza
MVH-08	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba cristalovítrea	Toba de ceniza
MVH-09	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba de cristales	Toba de ceniza
MVH-10	Composición: Dacita	Toba cristalovítrea	Toba de lapilli
MVH-11	Andesita Calcoalcalina	N.A	N.A
MVH-12	Andesita Calcoalcalina	N.A	N.A
MVH-13	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba de cristales	Toba de ceniza
MVH-14	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba de cristales	Toba de ceniza
MVH-15	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba de cristales	Toba de ceniza
MVH-16	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba de cristales	Toba de ceniza
MVH-17	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba de cristales	Toba de ceniza
MVH-18	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba cristalovítrea	Toba de ceniza
MVH-19	Composición: Dacita	Toba cristalovítrea	Toba de lapilli
MVH-20	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba de cristales	Toba de ceniza
MVH-21	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba cristalolítica	Toba de ceniza
MVH-22	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba cristalovítrea	Toba de ceniza
MVH-23	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba de cristales	Toba de ceniza
MVH-24	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba cristalolítica	Toba de ceniza
MVH-25	Andesita Calcoalcalina	N.A	N.A
MVH-26	Andesita Calcoalcalina	N.A	N.A
MVH-27	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba cristalolítica	Toba de lapilli
MVH-28	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba de cristales	Toba de ceniza
MVH-29	Andesita Calcoalcalina	N.A	N.A
MVH-30	Composición: Dacita	Toba cristalolítica	Toba brecha
MVH-31	Andesita Calcoalcalina	N.A	N.A
MVH-32	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba cristalolítica	Toba de ceniza
MVH-34	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba cristalovítrea	Toba de lapilli
MVH-35	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba cristalolítica	Toba de ceniza
MVH-36	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba de cristales	Toba de ceniza
MVH-37	Andesita Calcoalcalina	N.A	N.A
MVH-38	Andesita Calcoalcalina	N.A	N.A
MVH-39	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba cristalolítica	Toba de lapilli
MVH-40	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba de cristales	Toba de ceniza
MVH-41	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba de cristales	Toba de ceniza
MVH-42	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba de cristales	Toba de ceniza
MVH-43	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba de cristales	Toba de ceniza
MVH-44	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba de cristales	Toba de ceniza
MVH-45	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba de cristales	Toba de ceniza
MVH-46	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba de cristales	Toba de ceniza
MVH-47	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba cristalolítica	Toba de lapilli

COD. MUESTRA	STRECKEISEN (1979)	SCHMID (1981)	FISHER (1966)
MVH-48	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba de cristales	Toba de ceniza
MVH-49	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba de cristales	Toba de ceniza
MVH-50	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba cristalovítrea	Toba de ceniza
MVH-51	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba de cristales	Toba de ceniza
MVH-52	Composición: Dacita	Toba cristalovítrea	Toba de ceniza
MVH-53	Dacita	N.A	N.A
MVH-54	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba de cristales	Toba de ceniza
MVH-55	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba de cristales	Toba de ceniza
MVH-56	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba litocristalina	Toba brecha
MVH-57	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba de cristales	Toba de ceniza
MVH-58	Dacita	N.A	N.A
MVH-59	Composición: Andesita Calcoalcalina	Toba de cristales	Toba de lapilli
MVH-60	Andesita Calcoalcalina	N.A	N.A

Abreviatura: N.A: No aplica.

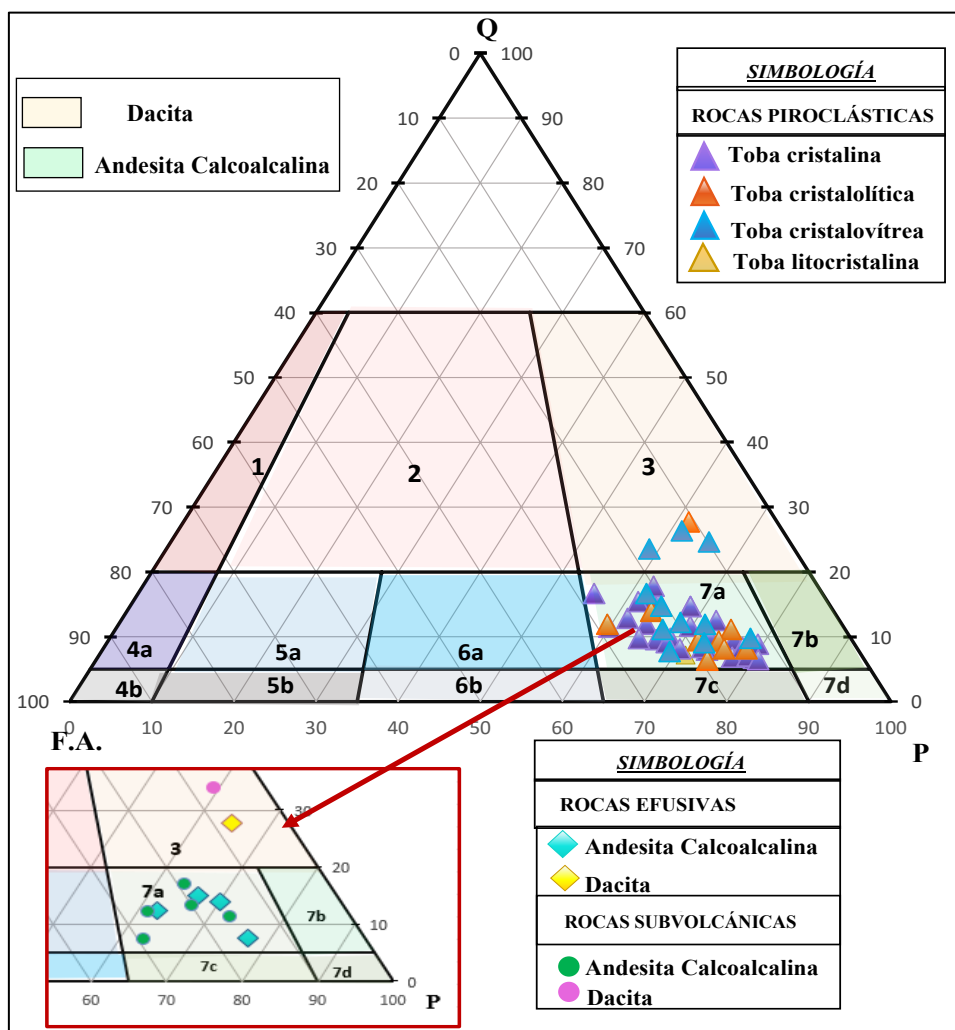


Figura 17: Clasificación de 60 muestras de roca volcánica según Streckeisén (1979). Esta clasificación se utilizó para determinar los nombres de las rocas volcánicas efusivas y subvolcánicas, así como para identificar la composición de las rocas piroclásticas.

- El análisis se realizó con 45 muestras de tobas andesíticas, caracterizadas por variaciones en la composición de plagioclasas (20%-40%), feldespatos sódico-potásicos (4%-10%), cuarzo (2%-5%), y minerales máficos como biotita (3%-10%) y hornblenda (2%-15%). Además, se observó una progresiva transición hacia las dacitas, con 4 muestras exhibiendo un incremento en plagioclasas (25%-45%), feldespatos (5%-15%), cuarzo (5%-15%), y minerales máficos (3%-10%). Se constató que los fragmentos líticos representaron entre 3% y 35% de estas muestras.
- Se identificaron 05 ejemplares de rocas volcánicas efusivas: 04 andesitas calcoalcalinas y 01 dacita, estas presentan una matriz vidriosa y fenocristales. Los valores composicionales de las rocas efusivas son similares a las rocas piroclásticas analizadas, indicando una relación en el entorno de formación volcánico entre ambos tipos de muestras.
- Se encontraron 05 muestras subvolcánicas de andesita calcoalcalina con fenocristales de plagioclasa y feldespatos (20-35% y 8-10%, respectivamente), el contenido de cuarzo es inferior al 8%. Se observa una presencia significativa de anfíboles y biotitas (más del 20% en volumen). También se identificó una muestra dacítica con matriz de sílice enriquecida y cristales de cuarzo (alrededor del 20% de la composición total).

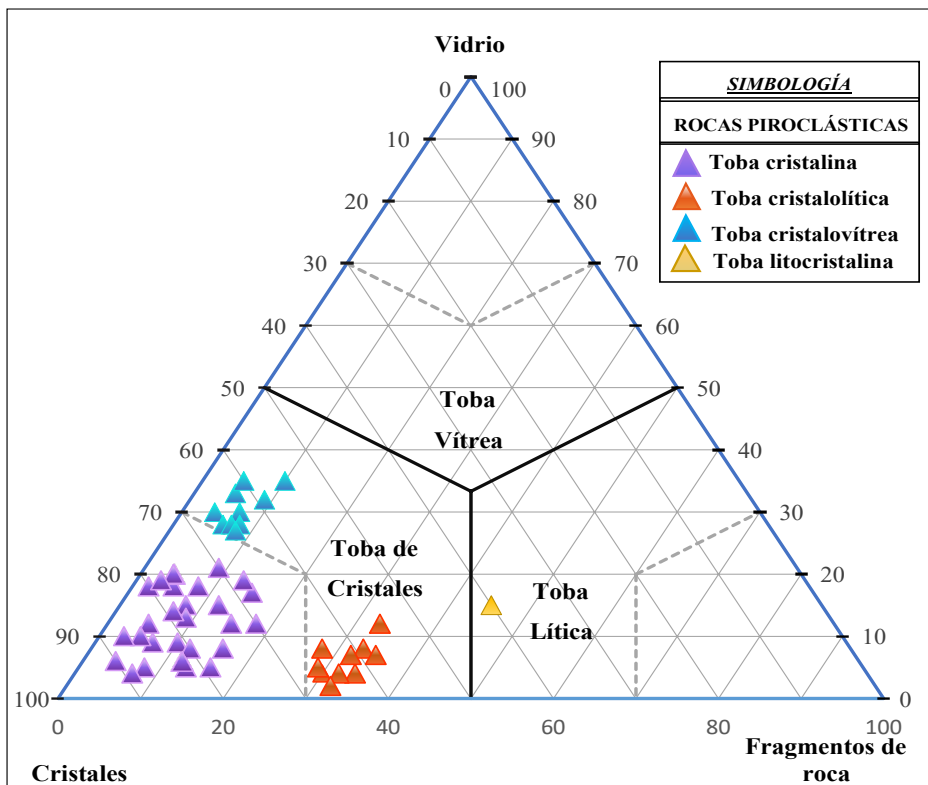


Figura 18: Clasificación de un total de 49 muestras de rocas piroclásticas, basándose en el tipo de componentes que conforman cada muestra, como cristales, vidrio y fragmentos de roca (Schmid, 1981).

Basándose en la observación y análisis detallado de los componentes, se menciona que:

- Se determinan 28 tobas de cristales de matriz fina a media, con presencia de ceniza y pómez. Contienen cristales de cuarzo y plagioclasas de grano medio, fragmentos de cristales rotos y minerales máficos dispersos, indicando una desgasificación temprana y explosividad.
- Las 10 muestras de tobas cristalolíticas, por otro lado, presentan una consolidación moderada y contienen fragmentos líticos, tanto lávicos como piroclásticos.
- En el caso de las 10 muestras de tobas cristalovítricas, se observa una matriz compuesta por ceniza o vidrio volcánico (pómez) y cristales de plagioclasa y anfíboles, lo que sugiere una rápida enfriamiento y solidificación del magma.
- 01 muestra de toba litocristalina con bloques angulosos porfiríticos, representando más del 35% de la muestra. La matriz de la toba exhibe una textura cristalina bien definida, evidenciando una continua incorporación de fragmentos de rocas durante su formación.

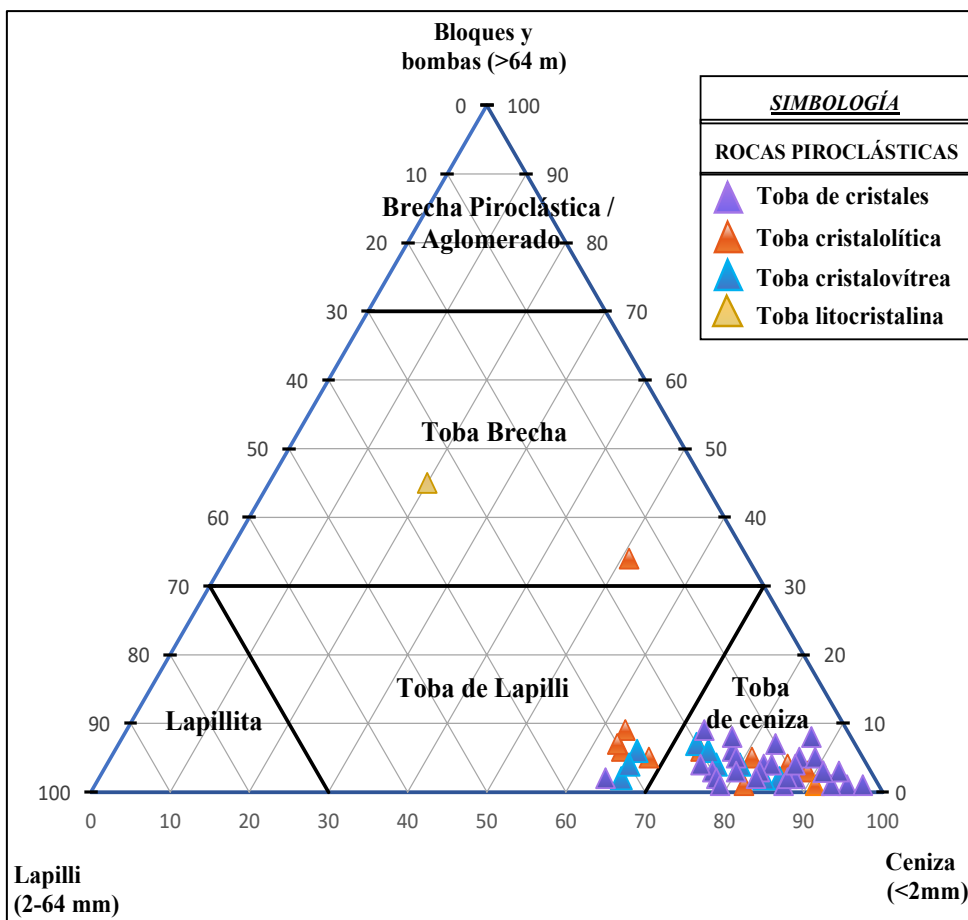


Figura 19: Clasificación de Fisher (1996), aplicada a las 49 muestras de rocas piroclásticas para evaluar su relación con el tamaño de su granulometría.

Se analizaron 39 muestras de toba de ceniza, clasificadas en tobas cristalovítreas (06 muestras), tobas cristalolíticas (06 muestras) y tobas de cristales (27 muestras). Se examinaron 08 muestras de toba de lapilli, con presencia de tobas cristalovítreas (03 muestras), tobas cristalolíticas (4 muestras) y toba de cristales (1 muestra). También se observó 02 muestras de toba brecha, 01 toba litocristalina y 01 toba cristalolítica.

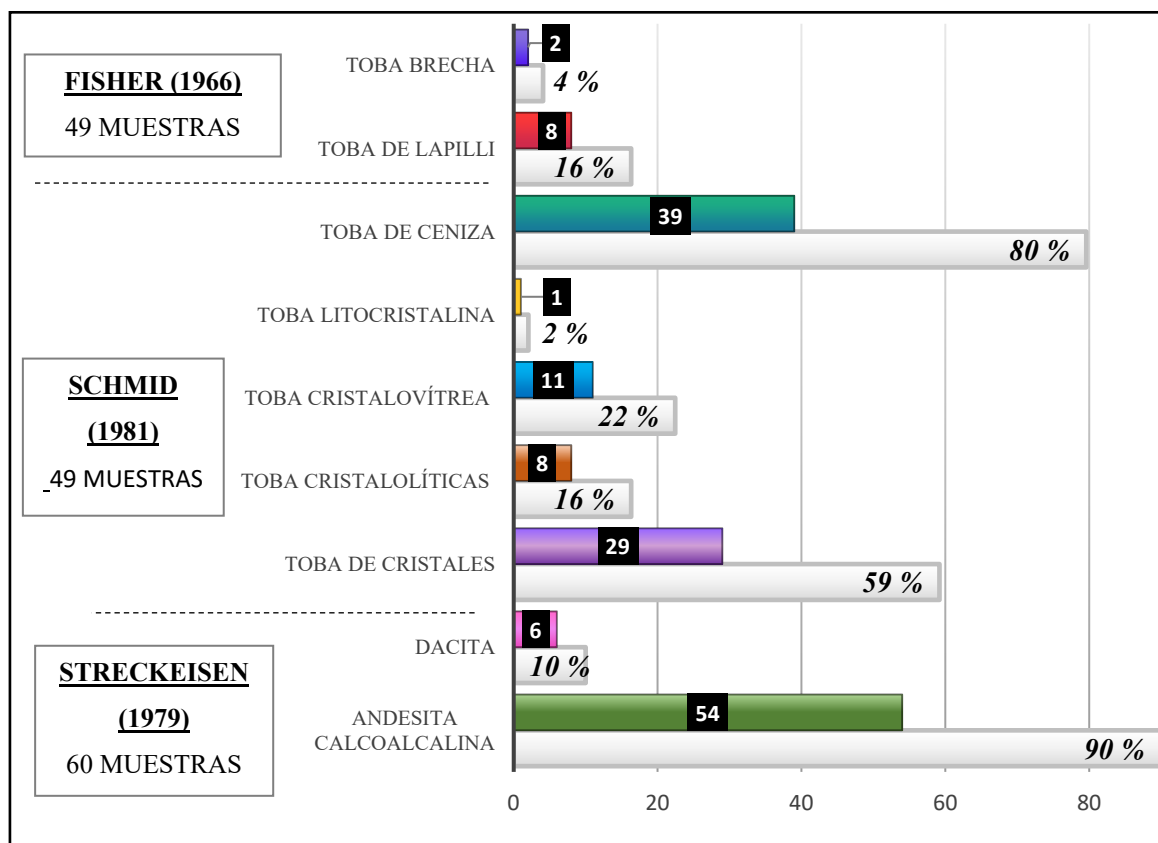


Figura 20: Distribución cuantitativa y porcentual de las muestras clasificadas según los criterios de Fisher (1966), Schmid (1981) y Streckeisen (1979).

4.2. CARACTERIZACIÓN PETROGRÁFICA MICROSCÓPICA

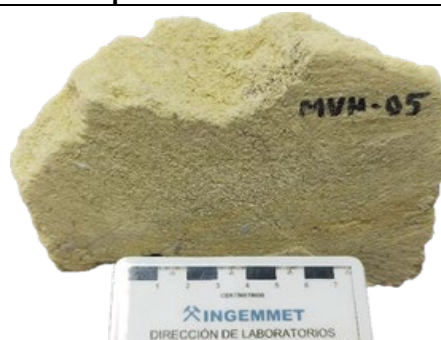
Se realizó un estudio petrográfico en lámina delgada utilizando un microscopio de polarización de luz transmitida y reflejada, respaldado por el INGEMMET (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico). Se examinó la textura-estructura y se identificaron las asociaciones mineralógicas y rasgos característicos de las 08 muestras: MVH-01, MVH-11, MVH-13, MVH-17, MVH-21, MVH-25, MVH-32 y MVH-35. Este análisis detallado es crucial para comprender los procesos subyacentes en el emplazamiento y cristalización de las rocas volcánicas, tanto en su manifestación extrusiva como intrusiva.

4.2.1. Caracterización y Descripción Petrográfica de las Muestras Volcánicas

Tabla 13: Descripción macroscópica y microscópica de la muestra MVH-01.

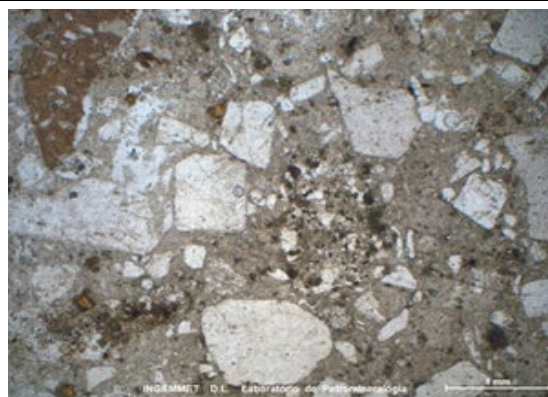
SECTOR ENERGÍA Y MINAS		ESTUDIO PETROGRÁFICO DE ROCAS IGNEAS			
INGEMMET		INGEMMET			
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO		INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO			
I. Datos Generales					
Cod. Muestra	Cuadrángulo	Sistema de coordenadas			Localidad y/o paraje
		Norte	Este	Zona	
MVH-01	15 g	9220152	784260	17S	Cajamarca/Combayo
II. Información Petrográfica					
1. Clasificación de la roca: TOBA CRISTOLÍTICA ANDESÍTICA					
2. Descripción Macroscópica					

Roca ígnea piroclástica, semicompacta de color gris pardo con tonalidad verdosa y textura fragmental. Está compuesta por fragmentos de cristales, líticos y pómez; inmersos en matriz de ceniza volcánica desvitrificada a arcillas. Posee densidad y dureza baja, sin magnetismo.



3. Descripción Microscópica

Roca ígnea piroclástica de textura fragmental, conformada por fragmentos de cristales de plagioclasas, anfíboles y fragmentos líticos volcánicos, silicificados y pómez, con diseminación de minerales opacos; en matriz de ceniza volcánica con abundante vidrio volcánico débilmente desvitrificado a material criptocristalino (palagonita) y arcillas, que engloban a fragmentos de microcristales de plagioclasas.



4. Descripción Mineralógica

		Mineral / Líticos	Tamaño (mm)	%
CRISTALES ESENCIALES		Plagioclasas , cristales y fragmentos de cristales con formas subhedrales y subangulosas, prismáticos y tabulares, con maclas polisintéticas y de Baveno, algunos presentan zonación. Se encuentran con bordes de reacción, fracturas y débilmente alterados por arcillas. Ocasionalmente poseen inclusiones de minerales opacos y con oquedades rellenas por vidrio volcánico formando textura sieve.	≤ 2,45	37
		Anfíboles , cristales y fragmentos de cristales con formas subhedrales y subangulosas, prismáticos y microfracturados. Se encuentran dispersos en la roca, ligeramente alterados a óxidos de hierro.	≤ 0,36	5

		Mineral /Líticos	Tamaño (mm)	%
CRISTALES	ACCESORIOS	Minerales opacos , cristales con formas anhedrales a subhedrales, ocurren puntualmente en la muestra, algunos como inclusiones de plagioclasas. Se encuentran ligeramente alterados a óxidos de hierro.	≤ 0,10	Traza
		Zircón , cristales con formas euhedrales prismáticos y microfracturados, dispersos en la matriz.	≤ 0,16	Traza
		Apatito , cristales con formas euhedrales, prismáticos. Se encuentran dispersos en la matriz.	≤ 0,04	Traza
MATRIZ		Vidrio volcánico , agregados criptocristalino y amorfos, como principal constituyente de la matriz, se encuentran moderadamente desvitrificados a criptocristalino (palagonita) y arcillas. En sectores se muestran a manera de shards.	≤ 0,004	16
		Ceniza volcánica , conformado por fragmentos de microcristales de plagioclasas, englobados por agregados amorfos de vidrio volcánico.	≤ 0,15	15
LÍTICOS		Pómez , fragmentos con formas subangulosas e irregulares, se encuentran conformados por agregados amorfos de vidrio volcánico débilmente desvitrificados a palagonita y arcillas.	≤ 3,10	16
		Volcánicos , fragmentos de formas subangulosas, de textura porfirítica, conformada por plagioclasas en matriz de microlitos de plagioclasas ligeramente orientados, algunos con abundante impregnación de óxidos de hierro.	≤ 3,00	1
		Silicificados , fragmentos con formas subangulosas, completamente silicificados por cuarzo microcristalino, con ligeras impregnaciones de óxidos de hierro.	≤ 1,82	1
SECUNDARIOS		Material criptocristalino , agregados criptocristalinos a microcristalinos, ocurren como principal producto de desvitrificación de vidrio volcánico en la matriz, asociados con arcillas, en sectores con ligeras impregnaciones de óxidos de hierro. Tratándose de probable palagonita.	≤ 0,01	6
		Arcillas , agregados criptocristalinos, ocurren junto con sericita, como producto de alteración de cristales de plagioclasas y feldspatos potásicos.	≤ 0,004	3
		Óxidos de hierro , agregados criptocristalinos, ocurren como producto de alteración de algunos minerales opacos, del mismo a manera de impregnaciones de la matriz.	≤ 0,004	Traza

5. Texturas principales

Fragmental

6. Alteración

Tipo de alteración	Grado	Ocurrencia	Ensamble mineralógico
Desvitrificación	Débil	Alteración de la matriz	Material criptocristalino- Arcillas
Argilización	Débil	Alteración de plagioclasas y matriz	Arcillas
Oxidación	Incipiente	Impregnaciones	Óxidos de hierro

Grado de alteración: Incipiente (Trazas). Débil (1-11%). Moderada (12-49%). Fuerte (>50%).

Fuente: INGEMMET, 2023.

Tabla 14: Descripción de Fotomicrografías para la muestra MVH-01

7. Fotomicrografías

	<p>NXs: Nícoles cruzados</p> <p>Roca piroclástica de textura fragmental, conformada por fragmentos de cristales de plagioclasas alteradas a arcillas: PGLs(ARCs), anfíboles alterados a óxidos de hierro: ANFs(OXsFe), fragmentos líticos silicificados: Lít.sil. En matriz de ceniza volcánica con fragmentos de microcristales de plagioclasas y vidrio volcánico desvitrificado a palagonita y arcillas: PGLs-vd.(palg.-ARCs).</p>	
		<p>1. Matriz de ceniza con fragmentos de plagioclasas: PGLs y anfíboles: ANFs englobados por vidrio desvitrificado a palagonita y arcillas: vd.(palg.-ARCs). 2. Frag. silicificado: Lít.sil, porfirítico.</p>
		<p>3. Cristal de plagioclasa de textura sieve: PGLs con vidrio volcánico desvitrificado (palg.). 4. Agregados amorfos de vidrio volcánico (vd.), en sectores como shards.</p>
		<p>5. Vidrio desvitrificado a palagonita y arcillas: vd.(palg.-ARCs) con PGLs y ANFs(OXsFe). 6. Líticos volcánicos: Lít.volc.</p>

Fuente: INGEMMET (2023).

Tabla 15: Descripción macroscópica y microscópica de la muestra MVH-11

SECTOR ENERGÍA Y MINAS		ESTUDIO PETROGRÁFICO DE ROCAS IGNEAS			
INGEMMET		INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO			
I. Datos Generales					
Cod. Muestra	Cuadrángulo	Sistema de coordenadas			Localidad y/o paraje
		Norte	Este	Zona	
MVH-11	15 g	9222376	784787	17S	Cajamarca/Combayo
II. Información Petrográfica					
1. Clasificación de la roca: ANDESITA PORFIRÍTICA					
2. Descripción Macroscópica					

Roca ígnea volcánica de origen lávico, compacta de color gris medianamente oscuro y textura porfirítica. Está compuesta por fenocristales de plagioclasas, biotita y anfíboles inmersos en una matriz afanítica. Posee densidad media y presenta magnetismo débil.



3. Descripción Microscópica

Roca ígnea volcánica de origen lávico con textura porfirítica. Está compuesta por fenocristales de plagioclasas I y cuarzo; ambos, con bordes de reabsorción. Además, se reconocen cristales de biotita, ferromagnesianos (moldes), apatito y minerales opacos. La matriz presenta textura fluidal y está formada por cristales de plagioclasas II, localmente, con orientación de flujo y vidrio. Además, presenta minerales secundarios de illita, esmectita, limonitas, sericita, prehnita y cloritas.



4. Descripción mineralógica

		Mineral / Líticos	Tamaño (mm)	%
CRISTALES ESENCIALES		Plagioclasas I , ocurre a modo de fenocristales con formas euédrales y subédrales con hábito prismático tabular. Presentan macla polisintética, zonación y bordes ligeramente corroídos. Asimismo, se encuentran débilmente alterados a illita - esmectita; en muchos casos, a través de la zonación.	≤ 2.10	42
		Cuarzo , se presentan a modo de cristales con formas anhédrales e irregulares. Presentan bordes de reabsorción y ocurren de manera aislada en la muestra.	≤ 2.50	2

		Mineral /Líticos	Tamaño (mm)	%
CRISTALES	ACCESORIOS	Minerales opacos , se exhiben a modo de cristales anhedrales. Presentan bordes de reabsorción y ocurren dispersos en la muestra. Además, ocurren como finas diseminaciones en la matriz. Algunos presentan débil alteración a óxidos de hierro.	≤ 0.70	2
		Biotita , ocurren a modo de cristales con formas tabulares con hábito fibroso laminar; y inclusiones de apatito. Presentan alteración a cloritas y prehnita.	≤ 0.90	1
		Apatito , se presentan a modo de cristales con formas euhedrales y hábito prismático corto. Ocurren a modo de inclusiones en cristales de biotita.	≤ 0.02	Traza
		Moldes de ferromagnesianos muestran formas euhedrales con hábito prismático tabular, reemplazados por sericita, illita-esmectita, indicando la posible presencia previa de anfíboles.	≤ 0.80	-
MATRIZ		Plagioclasas II , ocurren a modo de cristales con formas euhedrales y hábito prismático tabular y acicular. Se muestran formando textura seriada; y, localmente, con orientación de flujo, presentan alteración a illita – esmectita.	≤ 0.10	15
		Vidrio , se presenta formando una masa gris oscura (isótropa) que soporta a los cristales y moldes. Por sectores, presenta alteración a cloritas, illita - esmectita.	-	35
LÍTICOS		No presenta.	-	-
SECUNDARIOS		Illita – esmectita , se encuentran intercrecidos, formando una mezcla de agregados microfibrosos, producto de alteración de plagioclasas (I, II), vidrio.	≤ 0.01	1
		Limonitas , se exhiben formando una mezcla de agregados criptocristalinos de jarosita y goethita, a modo de concentraciones puntuales y impregnaciones.	-	1
		Sericita , se muestra como agregados microfibrosos e intercrecidos con illita – esmectita; producto de alteración de ferromagnesianos.	≤ 0.05	1
		Prehnita , ocurren a modo de agregados microfibrosos, producto de alteración de biotita.	≤ 0.02	Traza
		Cloritas , agregados de cristales microfibrosos, producto de alteración de biotita. También se observa en amígdalas.	≤ 0.01	Traza

5. Texturas principales

Porfírica con matriz seriada y vítrea.

6. Alteración

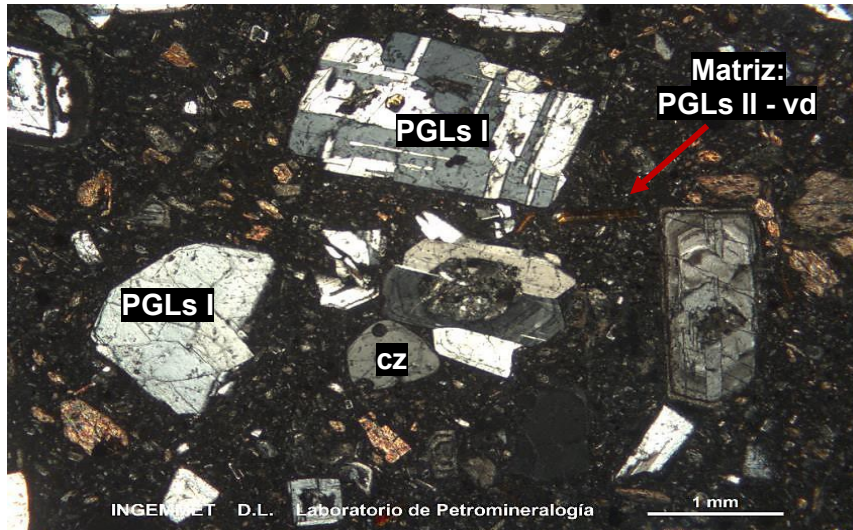
Tipo de alteración	Grado	Ocurrencia	Ensamble mineralógico
Propilítica	Débil	Penetrativa	Limonitas ± cloritas ± prehnita
Argílica	Débil	Penetrativa	Illita - esmectita - sericita

Grado de alteración: Incipiente (Trazas). Débil (1-11%). Moderada (12-49%). Fuerte (>50%).

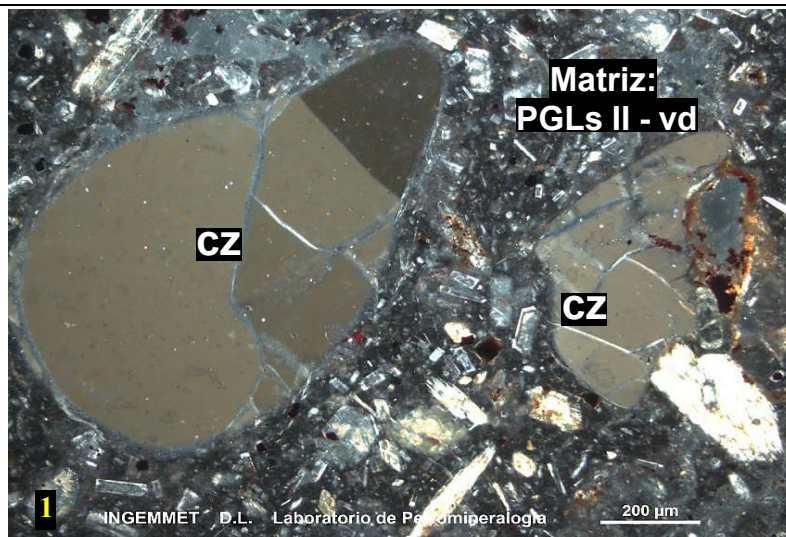
Fuente: INGEMMET, 2023.

Tabla 16: Descripción de Fotomicrografías para la muestra MVH-11

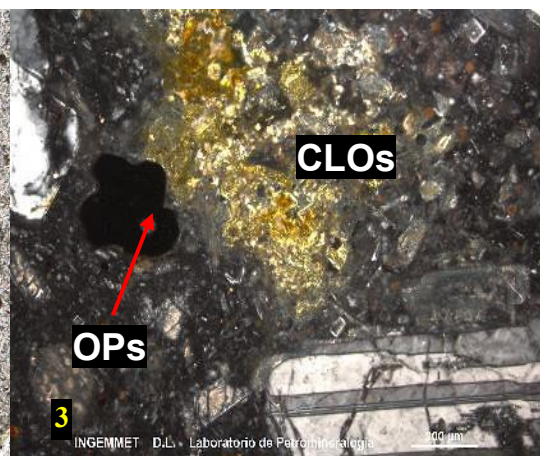
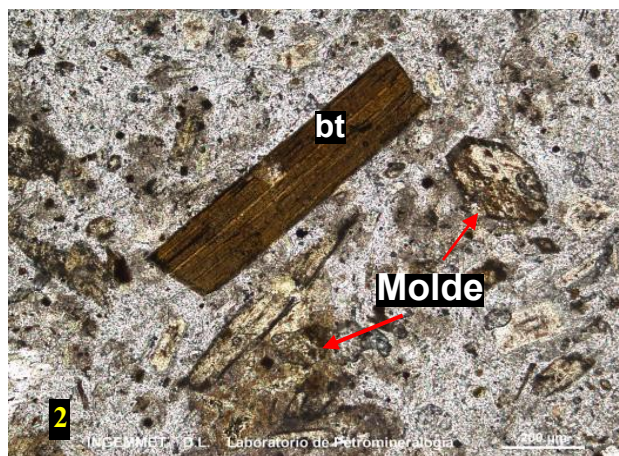
7. Fotomicrografías



NXs: Nícoles cruzados
 Textura porfírica. Fenocristales de plagioclasas I: PGLs I y cuarzo: cz; inmersos en matriz formada por microcristales de plagioclasas II: PGLs II y vidrio: vd.


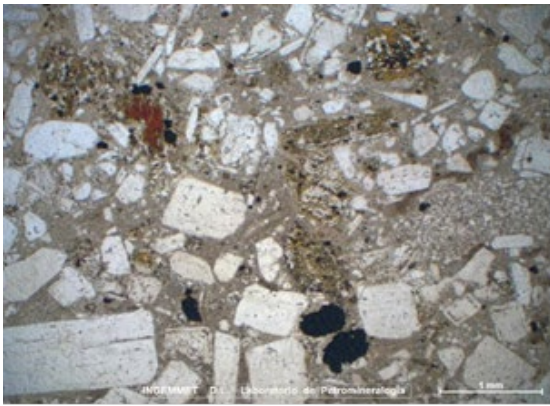


1. Fenocristales de cuarzo: cz con bordes de reabsorción y detalle de la matriz formada por microcristales de plagioclasas II: PGLs II y vidrio: vd. **2.** Cristales de biotita: bt y moldes de ferromagnesianos (anfíboles). **3.** Minerales opacos: OPs con bordes de reabsorción y agregados de cloritas: CLOs relleno de cavidades.



Fuente: INGEMMET (2023).

Tabla 17: Descripción macroscópica y microscópica de la muestra MVH-13.

SECTOR ENERGÍA Y MINAS		INGEMMET			ESTUDIO PETROGRÁFICO DE ROCAS IGNEAS	
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO						
I. Datos Generales						
Cod. Muestra	Cuadrángulo	Sistema de coordenadas			Zona	Localidad y/o paraje
		Norte	Este			
MVH-13	15 g	9219259	786090		17S	Cajamarca/Combayo
II. Información Petrográfica						
1. Clasificación de la roca: TOBA DE CRISTALES DE COMPOSICIÓN ANDESÍTICA						
2. Descripción Macroscópica						
<p>Roca ígnea piroclástica, semicompacta de color gris blanquecino y textura fragmental. Está compuesta por fragmentos de cristales, líticos y pómez; inmersos en matriz de ceniza volcánica desvitrificada a arcillas. Se observa estructuras vítreas tipo fiames con orientación preferente y subparalelos, presentan impregnaciones de óxidos de hierro. Posee densidad y dureza media, sin magnetismo.</p>						
3. Descripción Microscópica						
<p>Roca ígnea piroclástica de textura fragmental, conformada por fragmentos de cristales de plagioclasas, anfíboles y moldes de ferromagnesianos reemplazados por agregados de arcillas y cloritas, con diseminación de minerales opacos, además de fragmentos de pómez; en matriz de ceniza volcánica con fragmentos de microcristales de plagioclasas y anfíboles, englobados por material desvitrificado a arcillas, sílice, feldespatos y material criptocristalino. Se observa abundantes fiames elongados y orientados, desvitrificados a feldespatos potásicos y cuarzo.</p>						
4. Descripción mineralógica						
CRISTALES	ESENCIALES	Plagioclasas , fragmentos de cristales con formas subangulosos, prismáticos y tabulares, con maclas polisintéticas y de Baveno, algunos presentan zonación. Se encuentran con bordes de reacción, fracturas y alterados por arcillas. Poseen inclusiones de anfíboles, minerales opacos y zircón.	≤ 2,60	45		
		Anfíboles , cristales y fragmentos de cristales con formas subhedrales y subangulosos, de hábito prismático, generalmente con sus bordes reabsorbidos. Presentan fracturas, alterados a arcillas y cloritas. Ocasionalmente presentan inclusiones de minerales opacos.	≤ 2,06	5		
	ACCESORIOS	Minerales opacos , cristales con formas anhedrales a subhedrales, se encuentran diseminados en toda la muestra, algunos asociados con anfíboles a modo de inclusiones; débilmente alterados a óxidos de hierro.	≤ 0,63	2		

	Mineral /Líticos	Tamaño (mm)	%	
CRISTALES	ACCESORIOS	Moldes de ferromagnesianos con formas anhedrales y subhedrales, prismáticos, fuertemente fracturados. Algunos conservan relictos de cristales, principalmente anfíboles, reemplazados por agregados de cloritas, arcillas y escasamente por cuarzo secundario. Algunos tienen inclusiones de minerales opacos y apatito.	≤ 0,96	-
		Apatito, cristales con formas subhedrales, se encuentran dispersos en algunos sectores de la matriz, ocasionalmente como inclusiones de algunos moldes de ferromagnesianos.	≤ 0,21	Traza
		Zircón, microcristales con formas euhedrales, prismáticos cortos, ocurren como inclusiones de algunos cristales de plagioclasas.	≤ 0,12	Traza
MATRIZ	Ceniza volcánica, constituida por material vítreo desvitrificado a arcillas, sílice y material criptocristalino, que engloban fragmentos microcristalinos de plagioclasas y anfíboles, con impregnaciones de óxidos de hierro.	≤ 0,10	13	
	Fiamas son agregados elongados y orientados, rodeados de óxidos de hierro. Contienen feldespatos potásicos y cuarzo microcristalino, y engloban fragmentos de plagioclasas, anfíboles y minerales opacos.	5 a 20	7	
	Vidrio volcánico, agregados criptocristalinos y amorfos, se encuentran englobando a fragmentos de cristales de plagioclasas y anfíboles. Se hallan desvitrificados a arcillas, sílice, feldespatos y material criptocristalino.	-	4	
LÍTICOS	Pómez, de formas irregulares, con abundantes cavidades; conformados por agregados de micas (sericita), arcillas y cloritas, por la desvitrificación. En general se encuentran asimilados por la matriz, englobando a plagioclasas y minerales opacos.	≤ 1,35	5	
SECUNDARIOS	Feldespatos en formas anhedrales, como esferulitos, producto de desvitrificación de la matriz.	≤ 0,10	6	
	Cloritas en agregados microfibrosos, reemplazan moldes de ferromagnesianos y alteran anfíboles junto con sericita y arcillas	≤ 0,03	5	
	Sílice en agregados criptocristalinos, producto de desvitrificación de la matriz junto con arcillas.	≤ 0,004	5	
	Arcillas en agregados criptocristalinos reemplazan moldes de ferromagnesianos y alteran anfíboles y plagioclasas. Rellenan parcialmente cavidades en algunas áreas de la matriz.	≤ 0,004	3	
	Cuarzo en agregados microcristalinos, reemplaza algunos moldes de ferromagnesianos junto con cloritas, sericita y arcillas.	≤ 0,04	Traza	
	Óxidos de hierro en agregados criptocristalinos, impregnan zonas de la matriz, especialmente los bordes de los fiamas.	≤ 0,004	Traza	

5. Texturas principales

Fragmental.

6. Alteración

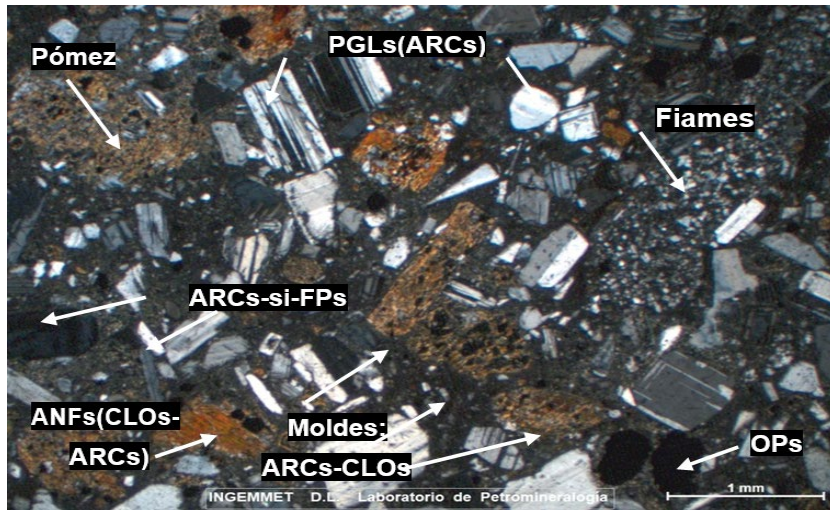
Tipo de alteración	Grado	Ocurrencia	Ensamble mineralógico
Desvitrificación	Moderada	Alteración de la matriz	Arcillas-sílice-feldespatos
Cloritización	Débil	Reemplazamiento de moldes	Cloritas
Argilización	Débil	Alteración de plagioclasas y anfíboles	Arcillas
Oxidación	Débil	Impregnaciones	Óxidos de hierro

Grado de alteración: Incipiente (Trazas). Débil (1-11%). Moderada (12-49%). Fuerte (>50%).

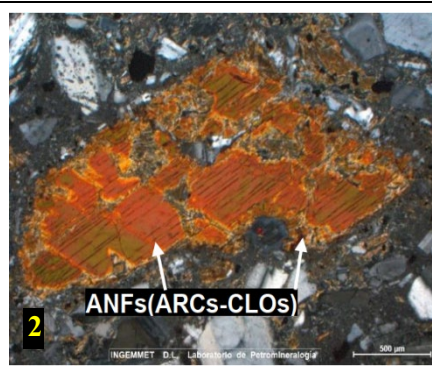
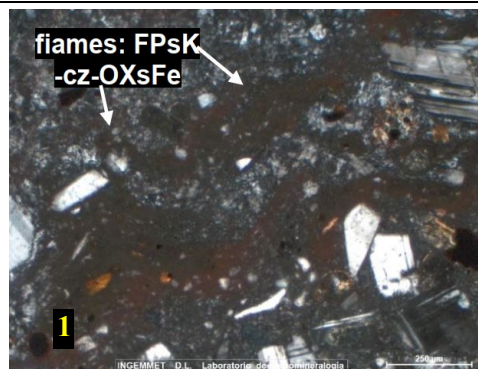
Fuente: INGEMMET, 2023.

Tabla 18: Descripción de Fotomicrografías para la muestra MVH-13.

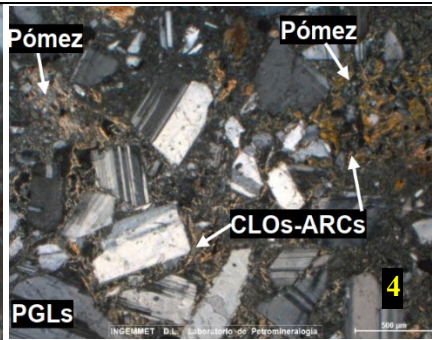
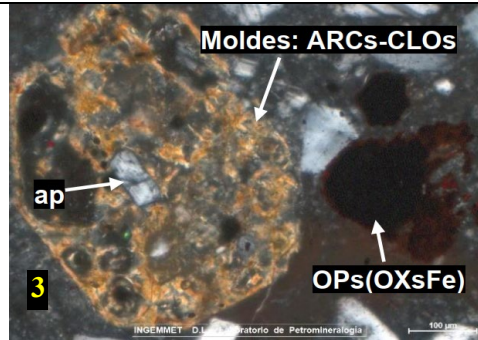
7. Fotomicrografías



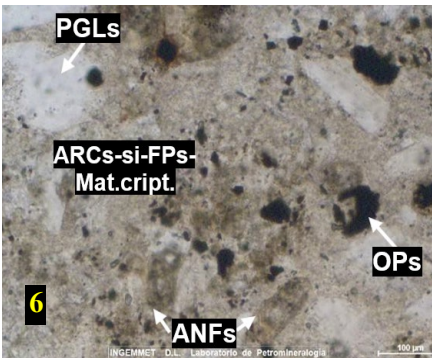
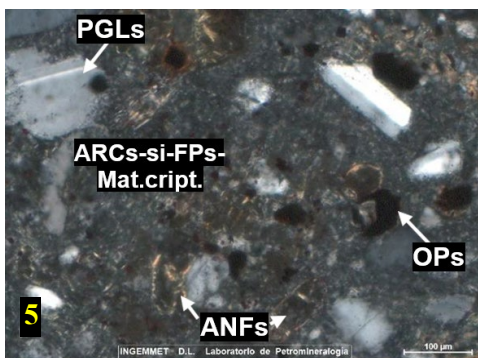
NXs: Nicoles cruzados
Roca piroclástica con fragmentos de plagioclasa (PGLs-ARCs), anfíboles (ANFs-CLOs-ARCs) y moldes de ferromagnesianos (ARCs-CLOs) alterados a arcillas y cloritas, minerales opacos (OPs), en una matriz de ceniza desvitrificada a arcillas, sílice y feldespatos (ARCs-si-FPs). Presenta fiamas y fragmentos de pómez.



1. Fiamas desvitrificado a FPk-cz con impregnaciones de hierro: fiamas: FPk-cz-OXsFe. 2. Anfíbol alterado por ARCs-CLOs y reabsorbido por la matriz: ANFs(ARCs-CLOs).



3. Ferromagnesianos reemplazados por arcillas y cloritas: Moldes: ARCs-CLOs, OPs(OXsFe). 4. Fragmentos de pómez alterados a cloritas, arcillas y micas: Pómez: CLOs-ARCs-MCs.



5. Matriz: ARCs-si-FPs-Mat.cript. con fragmentos de PGLs, ANFs y OPs diseminados. 6. Detalle matriz: ARCs-si-FPs-Mat.cript. con PGLs, ANFs y OPs dispersos.

Fuente: INGEMMET (2023)

Tabla 19: Descripción macroscópica, microscópica y fotomicrografía de la muestra MVH-17.

I. Datos Generales

Cod. Muestra	Cuadrángulo	Sistema de coordenadas			Localidad y/o paraje
		Norte	Este	Zona	
MVH-17	15 g	9219742	785812	17S	Cajamarca/Combayo

II. Información Petrográfica

1. Clasificación de la roca: TOBA DE CRISTALES, LÍTICOS Y CENIZA ANDESÍTICA

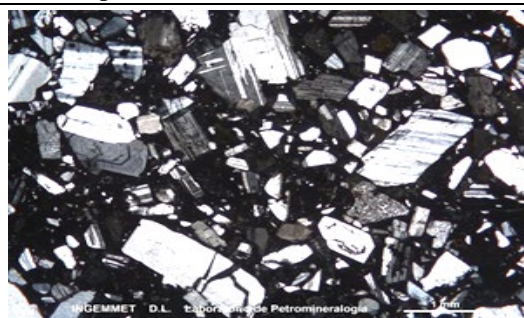
2. Descripción Macroscópica

Roca ígnea volcánica de origen piroclástico, semicompacta de color gris blanquecino y textura fragmental. Está compuesta por fragmentos de cristales, líticos y pómez; todos ellos, inmersos en una matriz de ceniza. Posee densidad media y no presenta magnetismo.



3. Descripción Microscópica

Roca ígnea volcánica de origen piroclástico con textura fragmental. Está compuesta por fragmentos muy angulosos de cristales de plagioclasas, cuarzo, fragmentos líticos y pómez. Además, se reconocen cristales de ferromagnesianos y minerales opacos. La matriz está compuesta por partículas de ceniza y vidrio (shards). Asimismo, presenta agregados de minerales secundarios de limonitas, cloritas e illita – smectita.



4. Descripción mineralógica

		Mineral / Líticos	Tamaño (mm)	%
CRISTALES	ESENCIALES	Plagioclasas , ocurren a modo de fragmentos de cristales angulosos. Presentan macla de tipo polisintética y zonación; con bordes de reabsorción.	≤ 1.00	46
		Cuarzo , se presenta a modo de fragmentos muy angulosos; algunos, con bordes de reabsorción. Ocurren dispersos de manera regular en la muestra.	≤ 0.20	2
		Pómez , se presentan a modo de fragmentos alargados de estructura fibroso - vesicular y ligeramente aplastados. Están compuestos por vidrio.	≤ 0.30	1
	ACCESORIOS	Ferromagnesianos , ocurren a modo de fragmentos de cristales totalmente reemplazados por óxidos de titanio. Algunos muestran formas rómbicas.	≤ 0.30	Traza
		Minerales opacos, se presentan a modo de cristales anhedrales. Se encuentran dispersos y ligeramente alterados a óxidos de hierro.	≤ 0.30	Traza
MATRIZ	Ceniza , se presenta a modo de finas partículas criptocristalinas arcillosas. Mezclados con fragmentos de partículas vítreas.	-	35	

	Mineral /Líticos	Tamaño (mm)	%
MA-TRIZ	Vidrio , se observan a modo de fragmentos angulosos con formade espículas vítreas, formando estructuras tipo shards. Se encuentran en la matriz junto con partículas de cenizas.	≤ 0.02	3
LÍTI-COS	Fragmentos líticos angulosos , porfiríticos y fragmentales de cuarzo, feldespatos y ceniza.	≤ 5.00	12
SECUNDARIOS	Limonitas , se exhiben formando una mezcla de agregados criptocristalinos de aspecto pulverulento; formando concentraciones puntuales e impregnaciones.	-	1
	Cloritas , se presenta a modo de agregados microfibrosos, formando concentraciones puntuales en la matriz.	-	Traza
	Illita – esmectita , se muestra a modo de agregados criptocristalinos formando concentraciones irregulares en la matriz.	-	Traza

5. Texturas principales

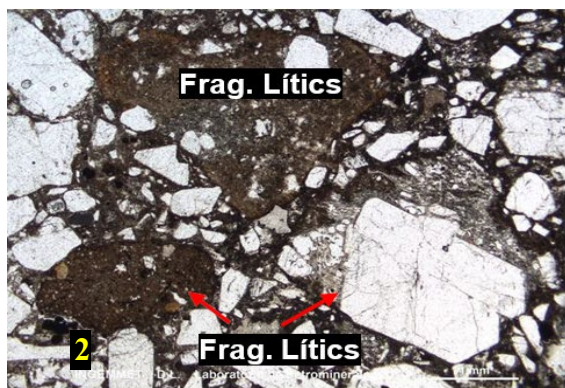
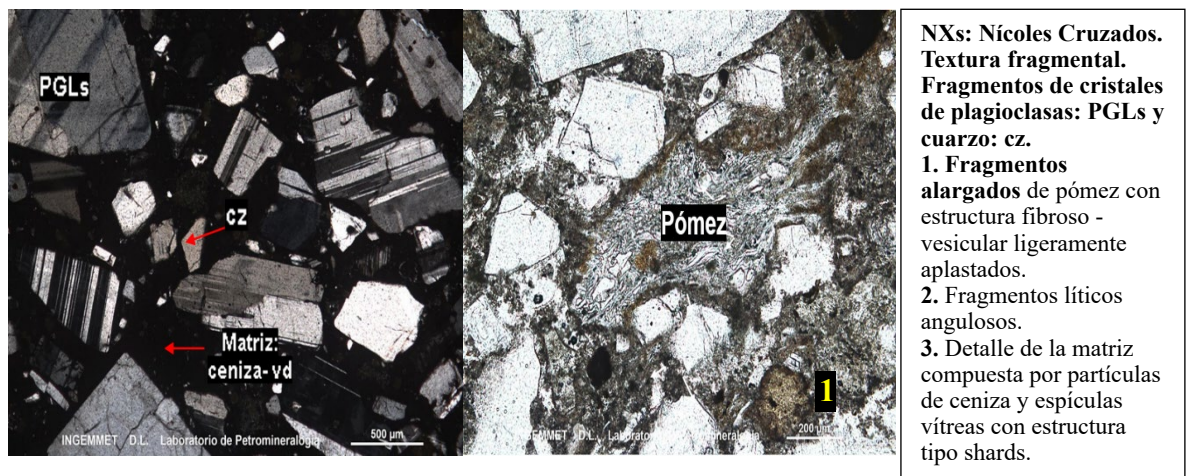
Fragmental.

6. Alteración

Tipo de alteración	Grado	Ocurrencia	Ensamble mineralógico
Propilítica	Débil	Penetrativa	Limonitas ± cloritas
Argílica	Incipiente	Penetrativa	Illita - esmectita

Grado de alteración: Incipiente (Trazas). Débil (1-11%). Moderada (12-49%). Fuerte (>50%).


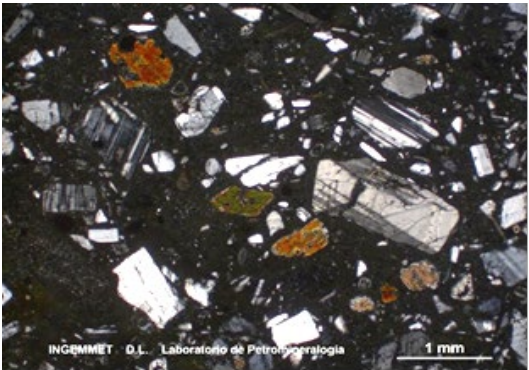
7. Fotomicrografías



Fuente: IMGEMMET, 2023.

Tabla 20: Descripción macroscópica, microscópica y fotomicrografías de la muestra MVH-21.

Cod. Muestra		Cuadrángulo	Sistema de coordenadas			Localidad y/o paraje
			Norte	Este	Zona	
MVH-21		15 g	9222331	783259	17S	Cajamarca/Combayo

II. Información Petrográfica						
1. Clasificación de la roca: TOBA CRISTALOLÍTICA						
2. Descripción Macroscópica						
<p>Roca ígnea piroclástica semicompacta, de color crema, con textura clástica. Está constituida por cristales de plagioclasas y anfíboles inmersos en una matriz de cenizas de aspecto terroso. Presenta escasos fragmentos líticos de roca volcánica. La muestra tiene dureza baja, densidad baja y magnetismo débil.</p>						
3. Descripción Microscópica						
<p>Roca ígnea piroclástica conformada por fragmentos de cristales de plagioclasas, anfíboles y biotita inmersos en una matriz de cenizas vítreas alteradas a arcillas y por sectores remplazada por zeolitas. La muestra presenta minerales opacos diseminados. Como minerales accesorios ocurren zircón y apatito. Los cristales de anfíboles y biotita están alterados a micas y las plagioclasas exhiben alteración a arcillas.</p>						
4. Descripción mineralógica						
		Mineral / Líticos	Tamaño (mm)	%		
ESENCIALES		Plagioclasas con formas angulosas, maclas polisintéticas y zonación marcada. Inclusiones de vidrio, zircón, apatito y biotita presentes.	0,19 - 3,15	30		
		Anfíboles prismáticos con inclusiones de minerales opacos y zircón. Alterados a micas desde sus bordes y fracturas.	≤ 1,71	5		
CRISTALES		Minerales opacos , cristales de formas subhedrales, ocasionalmente tabulares, se presentan diseminados en la matriz y como inclusiones en anfíboles.	≤ 0,53	3		
		Biotita anhedral, vagamente tabular, fuertemente remplazada por micas.	≤ 0,87	1		
ACCESORIOS		Zircón , cristales euhedrales prismáticos cortos, incluidos en fragmentos de anfíboles y plagioclasas.	≤ 0,03	Traza		
		Apatito , cristales euhedrales prismáticos, como inclusiones en plagioclasas.	≤ 0,03	Traza		

	Mineral /Líticos	Tamaño (mm)	%
MATRIZ	Cenizas, material pulverulento de vidrio, forma la matriz y engloba fragmentos de cristales y fragmentos líticos. Parcialmente alterado a arcillas.	-	45
LÍTICOS	Líticos volcánicos subangulares con textura vitrofídica. Fenocristales de plagioclasas y moldes de anfíboles. Plagioclasas alteradas a arcillas, moldes de anfíboles con micas/arcillas. Matriz alterada a arcillas, sílice, feldespatos y óxidos de hierro.	-	-
SECUNDARIOS	Zeolitas, cristales prismáticos reemplazando vidrio en la matriz.	≤ 0,10	5
	Arcillas criptocristalinas terrosas, alteran plagioclasas y vidrio.	≤ 0,004	4
	Micas escamosas, reemplazan parcialmente anfíboles y biotita desde los bordes y planos de clivaje.	≤ 0,03	2

5. Texturas principales

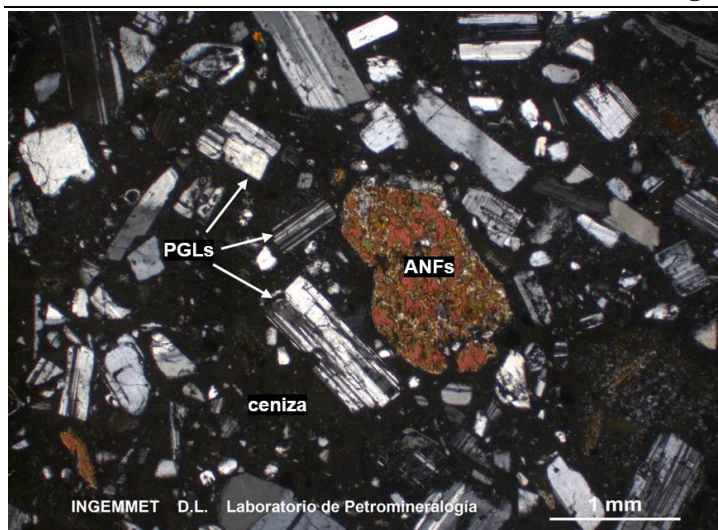
Clásica

6. Alteración

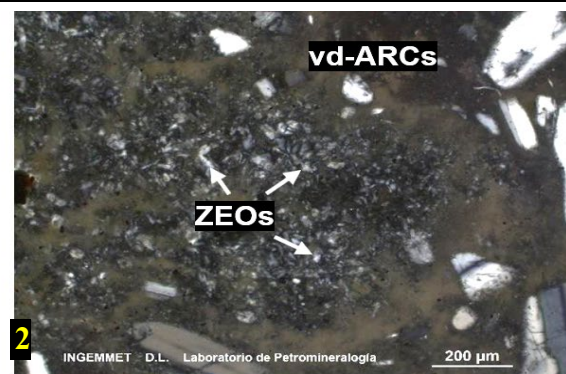
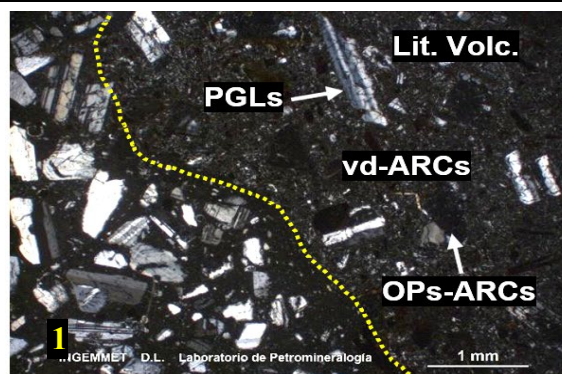
Tipo de alteración	Grado	Ocurrencia	Ensamble mineralógico
Desvitrificación	Débil	Alterando a vidrio de la matriz	Arcillas - zeolitas
Argilización	Débil	Alterando a fragmentos de cristales	Arcillas - micas

Grado de alteración: Incipiente (Trazas). Débil (1-11%). Moderada (12-49%). Fuerte (>50%).

7. Fotomicrografías


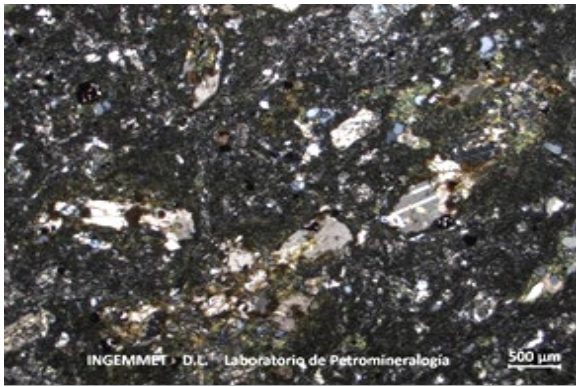


NXs: Nícoles Cruzados.
Roca piroclástica con fragmentos de cristales (PGLs) y anfíboles (ANFs) inmersos en una matriz de cenizas vítreas.
1. Fragmento lítico volcánico con plagioclasas (PGLs) y moldes rellenos de minerales opacos y arcillas (OPs-ARCs) en matriz vítrea alterada a arcillas (vd-ARCs). 2. Sector de la matriz vítrea (vd-ARCs) parcialmente reemplazado por zeolitas (ZEOs).



Fuente: INGEMMET (2023).

Tabla 21: Descripción macroscópica y microscópica de la muestra MVH-25.

SECTOR ENERGÍA Y MINAS		INGEMMET		ESTUDIO PETROGRÁFICO DE ROCAS IGNEAS				
INGEMMET		INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO						
I. Datos Generales								
Cod. Muestra	Cuadrángulo	Sistema de coordenadas			Localidad y/o paraje			
		Norte	Este	Zona				
MVH-25	15 g	9223062	787436	17S	Cajamarca/Combayo			
II. Información Petrográfica								
1. Clasificación de la roca: ANDESÍTICA PORFIRÍTICA								
2. Descripción Macroscópica								
<p>Roca ígnea compacta de color gris claro con tonalidad verdosa, con textura porfirítica. Se encuentra conformada por fenocristales de plagioclasas, además de minerales ferromagnesianos alterados por cloritas y carbonatos, con presencia de pirita diseminada, dispuestos sobre una matriz de probable composición feldespática. La roca posee densidad y dureza media, además de magnetismo leve y reacción ante el ácido clorhídrico.</p>								
3. Descripción Microscópica								
<p>Roca volcánica con textura porfirítica, está constituida por escasos cristales de plagioclasas, minerales opacos, moldes de ferromagnesianos y de feldespatos, además de trazas de anfíboles y apatito. Se aprecian dispuestos sobre una matriz microcristalina de plagioclasas con alteración a arcillas I y cloritas en intersticios. Se aprecian moldes de ferromagnesianos reemplazados por calcita, cloritas, cuarzo II y arcillas II, además se observan amígdalas con relleno de calcita y cloritas.</p>								
4. Descripción mineralógica								
		Mineral / Líticos	Tamaño (mm)	%				
CRISTALES	ACCESORIOS	ESENCIALES						
		No presenta						
		Moldes de ferromagnesianos , formas subangulosas a subredondeadas, reemplazados por calcita, cloritas y cuarzo II. Relictos de anfíboles y diseminaciones de minerales opacos presentes. Agregados de arcillas II en forma botroidal en los bordes de los moldes.	≤ 2,88	-				
Moldes de feldespatos , formas subangulosas con relictos prismáticos a tabulares, rellenos por sericita, arcillas I y parches de cloritas.					≤ 0,92	-		
Plagioclasas , formas subhedrales y prismáticas, macladas y zonadas, alteradas a sericita, arcillas I y ocasionalmente cloritas en parches irregulares.					≤ 1,72	5		

		Mineral /Líticos	Tamaño (mm)	%
CRISTALES	ACCESORIOS	Minerales opacos , formas anhedrales a subhedrales, diseminados en la muestra y como inclusiones en moldes de ferromagnesianos. Algunos muestran leve alteración a óxidos de hierro.	≤ 0,64	4
		Anfiboles , formas subhedrales a anhedrales, presentes como relictos en algunos moldes de ferromagnesianos, con impregnaciones leves de óxidos de hierro.	≤ 0,82	Traza
		Apatito , cristales tabulares de inclusión en moldes ferromagnesianos.	≤ 0,15	Traza
MATRIZ		Plagioclasas , microcristales con formas subhedrales y con hábitos tabulares, presentes como constituyente principal de la matriz, además se aprecian maclados y alterados a arcillas I, con presencia ocasional de agregados de cloritas en intersticios.	≤ 0,18	64
LÍTICOS		No presenta.	-	-
SECUNDARIOS		Calcita , agregados anhedrales, rellena moldes de ferromagnesianos y se encuentra en amígdalas y parches irregulares en la matriz microcristalina. Presenta leves impregnaciones de óxidos de hierro.	≤ 0,92	11
		Cloritas , agregados microfibrosos, rellenan moldes de ferromagnesianos y se encuentran en algunos cristales de plagioclasas. También están presentes en la matriz microcristalina y en amígdalas junto con calcita.	≤ 0,11	8
		Arcillas I , agregados criptocristalinos, producto de alteración de plagioclasas y matriz microcristalina.	≤ 0,004	5
		Arcillas II , agregados microcristalinos fibrosos en moldes de ferromagnesianos, con impregnaciones leves de óxidos de hierro, formando agregados botroidales en los bordes.	≤ 0,22	2
		Cuarzo II , cristales subhedrales a anhedrales en intersticios de moldes de ferromagnesianos.	≤ 0,48	1
		Óxidos de hierro , impregnaciones criptocristalinas en moldes de ferromagnesianos y alteración incipiente de minerales opacos.	≤ 0,004	Traza
		Sericita , agregados microescamosos debidos a la alteración de los cristales de plagioclasas, además reemplazándolos y conformando moldes de feldespatos junto con arcillas I.	≤ 0,09	Traza

5. Texturas principales

Porfírica en matriz intergranular.

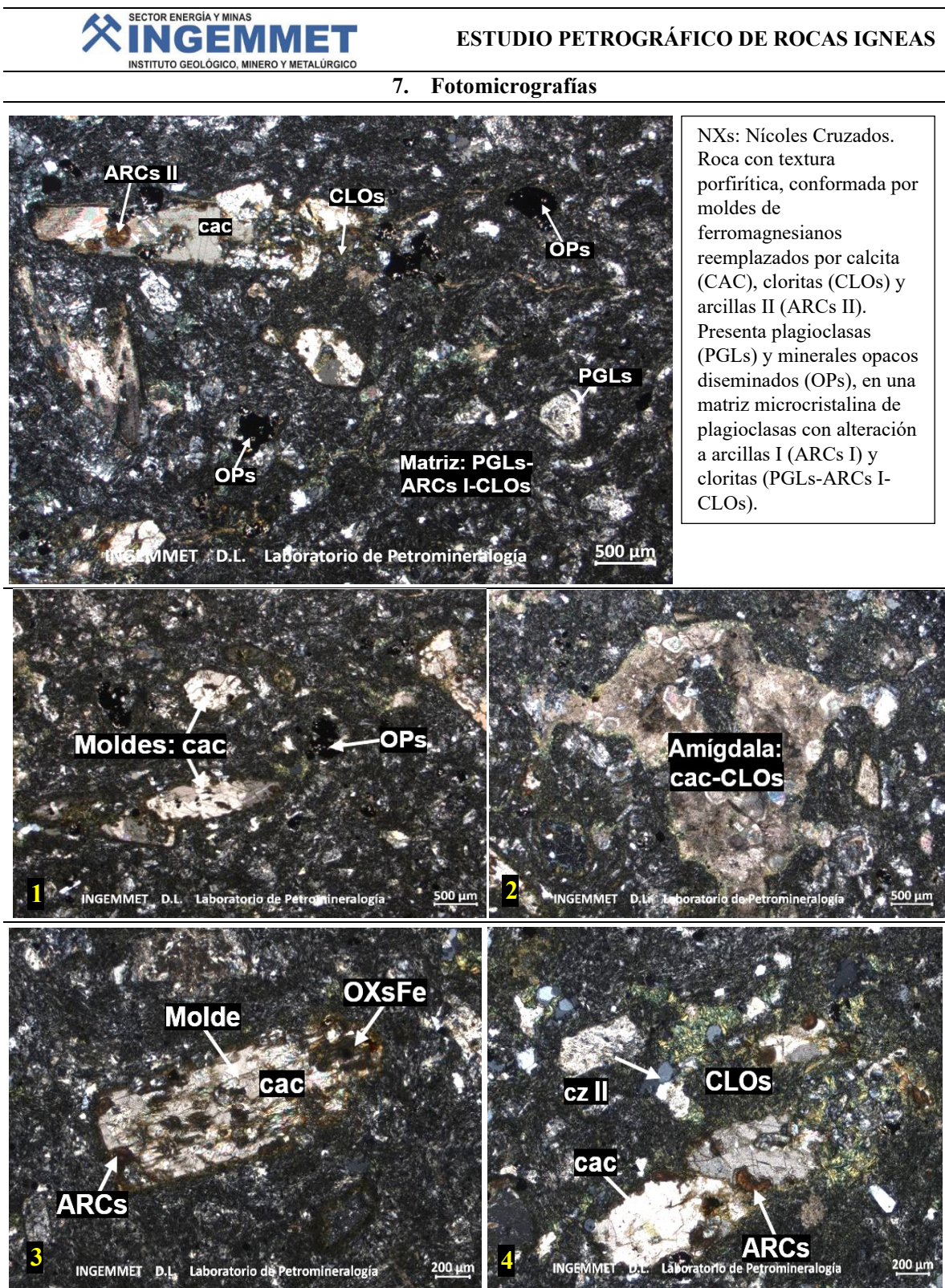
6. Alteración

Tipo de alteración	Grado	Ocurrencia	Ensamble mineralógico
Carbonatación.	Débil	Relleno y parches	Calcita
Cloritización.	Débil	Relleno	Cloritas
Argilización.	Débil	Alteración	Arcillas I y sericita – Arcillas II
Silicificación.	Débil	Relleno	Cuarzo II
Oxidación.	Incipiente	Impregnaciones	Óxidos de hierro

Grado de alteración: Incipiente (Trazas). Débil (1-11%). Moderada (12-49%). Fuerte (>50%).

Fuente: INGEMMET, 2023.



Tabla 22: Descripción de Fotomicrografías para la muestra MVH-25.



1. Moldes prismáticos de ferromagnesianos rellenos de calcita (cac) y minerales opacos (OPs). 2. Amígdala con relleno de calcita y cloritas (cac-CLOs). 3. Moldes prismáticos de ferromagnesianos reemplazados por calcita (cac), con agregados de arcillas II (ARCs II) y óxidos de hierro (OXsFe). 4. Amígdalas e intersticios con relleno de calcita (cac), cloritas (CLOs), arcillas II (ARCs II) y cuarzo II (cz II).

Fuente: INGEMMET (2023).

Tabla 23: Descripción macroscópica y microscópica de la muestra MVH-32.

SECTOR ENERGÍA Y MINAS		ESTUDIO PETROGRÁFICO DE ROCAS IGNEAS			
INGEMMET		INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO			
I. Datos Generales					
Cod. Muestra	Cuadrángulo	Sistema de coordenadas			Localidad y/o paraje
		Norte	Este	Zona	
MVH-32	15 g	9219954	787488	17S	Cajamarca/Combayo
II. Información Petrográfica					
1. Clasificación de la roca: TOBA CRISTALOLÍTICA ANDESÍTICA					
2. Descripción Macroscópica					
<p>Roca ígnea piroclástica, semicompacta de color gris blanquecino y textura fragmental. Está compuesta por fragmentos de cristales, líticos y pómez; inmersos en matriz de ceniza volcánica desvitrificada a arcillas. Se observa localmente impregnaciones de óxidos de hierro. Posee densidad media y dureza baja, sin magnetismo.</p>					
3. Descripción Microscópica					
<p>Roca ígnea piroclástica de textura fragmental, conformada por fragmentos de cristales de plagioclasas, anfíboles y moldes de ferromagnesianos reemplazados por agregados de arcillas y cloritas, con diseminación de minerales opacos, además de fragmentos de pómez, líticos silicificados e intrusivos; en matriz de ceniza volcánica con fragmentos de microcristales de plagioclasas y anfíboles, englobados por vidrio volcánico desvitrificado a arcillas, sílice, feldespatos y material criptocristalino. Se observa escasos fiamas desvitrificados a feldespatos potásicos y cuarzo.</p>					
4. Descripción mineralógica					
		Mineral / Líticos	Tamaño (mm)	%	
CRISTALES	ESENCIALES	Plagioclasas con formas subhedrales, maclas polisintéticas y ocasionalmente zonación. Presentan bordes de reacción, fracturas y leve alteración por arcillas. Inclusiones de minerales opacos.	≤ 2,50	40	
		Anfíboles subhedrales y subangulosos, prismáticos, con bordes reabsorbidos. Fuertemente fracturados, alterados débilmente a cloritas y arcillas. Inclusiones ocasionales de minerales opacos.	≤ 1,32	8	
	ACCESORIOS	Minerales opacos anhedrales a subhedrales, diseminados en la muestra, formando agregados irregulares. Débilmente alterados a óxidos de hierro.	≤ 0,35	2	
		Moldes de ferromagnesianos prismáticos, reemplazados por arcillas y cloritas, con inclusiones de minerales opacos.	≤ 1,00	-	

	Mineral /Líticos	Tamaño (mm)	%
MATRIZ	Ceniza volcánica , conformada por fragmentos microcristalinos de plagioclasas y anfíboles, englobados por vidrio volcánico desvitrificado y material criptocristalino, con ligeras impregnaciones de óxidos de hierro.	≤ 0,20	12
	Vidrio volcánico , agregados criptocristalinos y amorfos, que engloban a fragmentos de microcristales de plagioclasas y anfíboles. Se encuentran desvitrificados a arcillas, sílice y feldespatos y material criptocristalino.	≤ 0,004	7
	Fiames desvitrificados , con feldespatos y cuarzo microcristalino, y óxidos de hierro impregnados.	≤ 3,25	3
LÍTICOS	Pómez , fragmentos subangulosos, alterados por arcillas y cloritas, con oquedades e inclusiones de minerales.	≤ 9,30	10
	Silicificados , fragmentos subangulosos, con cuarzo microcristalino y óxidos de hierro.	≤ 4,5	1
	Intrusivo con fragmentos subangulosos y bordes de reacción, textura hipidiomórfica. Plagioclasas y anfíboles alterados por cloritas y arcillas, con presencia de minerales opacos diseminados.	≤ 1,90	Traza
	Volcánico , fragmentos subangulosos, textura porfirítica, plagioclasas y minerales opacos.	≤ 1,68	1
SECUNDARIOS	Feldespatos , agregados microcristalinos esferulíticos producto de desvitrificación del vidrio volcánico en la matriz.	≤ 0,08	5
	Arcillas , agregados criptocristalinos a microfibrosos, ocurren como producto de alteración de plagioclasas, así mismo por desvitrificación de vidrio volcánico en la matriz.	≤ 0,004	5
	Cloritas , agregados microfibrosos, producto de alteración de cristales de anfíboles y de fragmentos de pómez. Así mismo se hallan como reemplazamiento de moldes de ferromagnesianos.	≤ 0,02	3
	Sílice , agregados criptocristalinos, ocurren como producto de desvitrificación de vidrio volcánico en la matriz, junto a arcillas y feldespatos.	≤ 0,004	2
	Óxidos de hierro , agregados criptocristalinos, producto de alteración de algunos minerales opacos, así como impregnación de algunos fragmentos líticos.	≤ 0,004	1

5. Texturas principales

Fragmental

6. Alteración

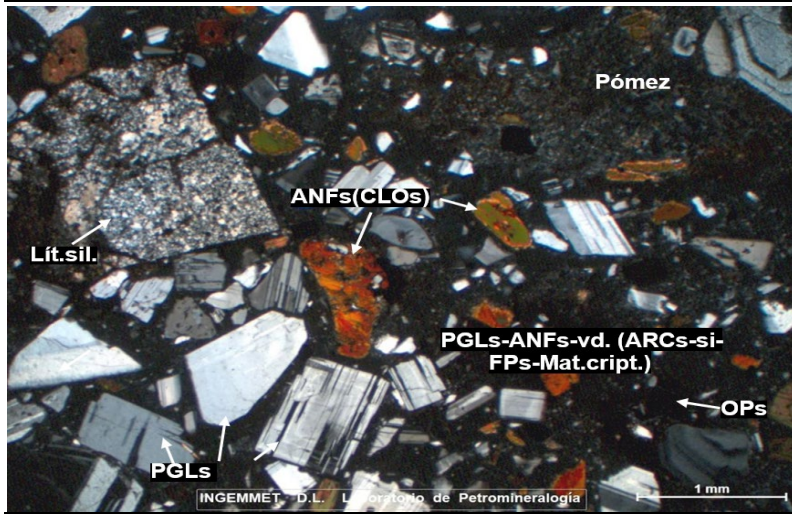
Tipo de alteración	Grado	Ocurrencia	Ensamble mineralógico
Desvitrificación	Moderada	Alteración de la matriz	Feldespatos-arcillas-sílice- Material criptocristalino
Cloritización	Débil	En moldes de ferromagnesianos	Cloritas
Argilización	Débil	En plagioclasas	Arcillas
Oxidación	Débil	Impregnaciones de la matriz	Óxidos de hierro

Grado de alteración: Incipiente (Trazas). Débil (1-11%). Moderada (12-49%). Fuerte (>50%).

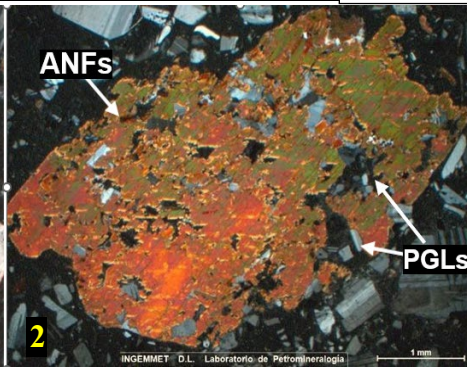
Fuente: INGEMMET (2023).

Tabla 24: Descripción de Fotomicrografías para la muestra MVH-32.

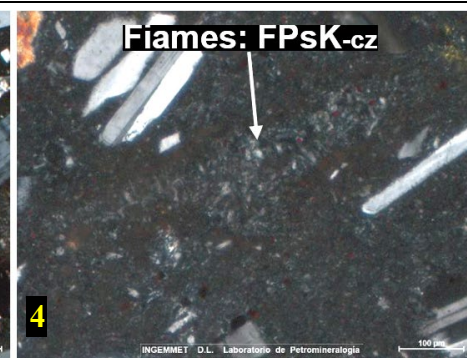
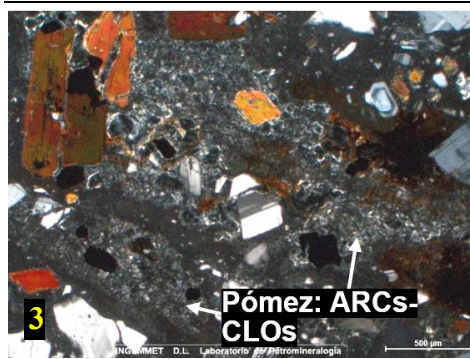
7. Fotomicrografías



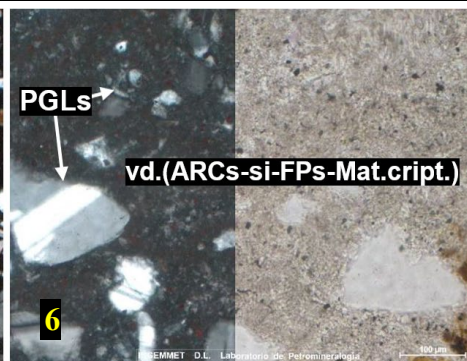
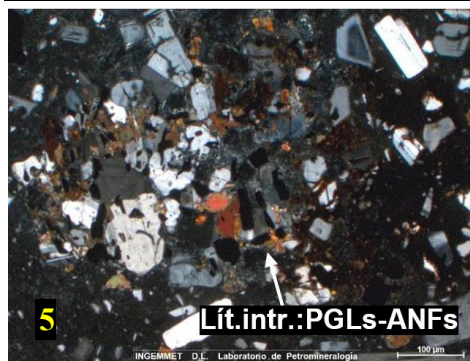
NXs: Nícoles Cruzados
 Roca piroclástica fragmental con plagioclasas alteradas a arcillas (PGLs-ARCs), anfíboles alterados a cloritas (ANFs-CLOs), fragmentos líticos silicificados (Lit.sil.) y fragmentos de pómez con minerales opacos dispersos (OPs). La matriz contiene ceniza volcánica con microcristales de plagioclasas y anfíboles, vidrio volcánico desvitrificado a arcillas, sílice, feldspatos y material criptocristalino (PGLs-ANFs-vd.-ARCs-si-FPs-Mat.cript.).



1. Detalle de un fragmento volcánico de textura porfirítica con óxidos de hierro: Lit.volc.-OXsFe. 2. Cristal de anfíbol: ANFs reabsorbido por la matriz: PGLs.




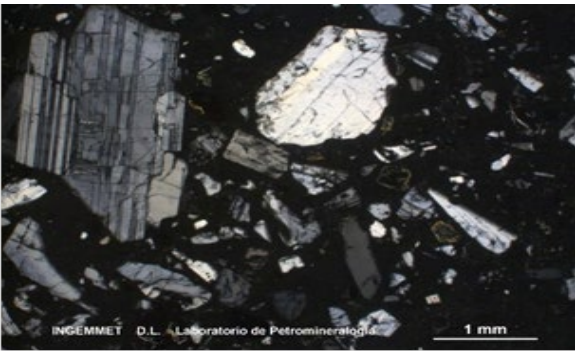
3.Fragmentos de pómez alterados a arcillas y cloritas: Pómez: ARCs-CLOs. 4. Detalle de fiames desvitrificados a feldspatos potásicos y cuarzo: fiames: FPsK-cz.



5.Fragmento Intrusivo con PGLs y ANFs, con diseminación de OPs. 6. Matriz de ceniza volcánica con microcristales de PGLs y vidrio volcánico desvitrificado a ARC-si-FPs-Mat.cript.

Fuente: INGEMMET, 2023.

Tabla 25: Descripción macroscópica, microscópica y fotomicrografías de la muestra MVH-35.

SECTOR ENERGÍA Y MINAS		ESTUDIO PETROGRÁFICO DE ROCAS IGNEAS			
INGEMMET		INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO			
I. Datos Generales					
Cod. Muestra	Cuadrángulo	Sistema de coordenadas			Localidad y/o paraje
		Norte	Este	Zona	
MVH-35	15 g	9222938	787319	17S	Cajamarca/Combayo
II. Información Petrográfica					
1. Clasificación de la roca: TOBA CRISTALOLÍTICA ANDESÍTICA					
2. Descripción Macroscópica					
<p>Roca ígnea piroclástica compacta, de color blanco grisáceo, de textura fragmental masiva. Está constituida por cristales de plagioclasas, fragmentos juveniles y fragmentos líticos inmersos en una matriz de cenizas. Los fragmentos juveniles presentan impregnaciones de óxidos de hierro. La roca tiene dureza baja, densidad baja y magnetismo débil.</p>					
3. Descripción Microscópica					
<p>Roca ígnea piroclástica conformada por fragmentos de cristales de plagioclasas, biotita, moldes de ferromagnesianos, fragmentos juveniles y fragmentos líticos de roca volcánica, inmersos en una matriz de cenizas, las plagioclasas están alteradas a arcillas, los moldes se encuentran rellenos por micas y arcillas. Se observan minerales opacos diseminados. Las cenizas de la matriz están compuestas por vidrio y se presentan débilmente desvitrificadas a arcillas.</p>					
4. Descripción mineralógica					
Mineral / Líticos		Tamaño (mm)	%		
CRISTALES	ESENCIALES	Plagioclasas , cristales tabulares con zonación y maclas polisintéticas, fracturados y con oquedades rellenas de vidrio. Algunos muestran alteración a arcillas.	0,23 – 3,34	25	
		Moldes de ferromagnesianos , fragmentos prismáticos y romboidales reemplazados por micas y arcillas, con impregnaciones de óxidos de hierro. Sugerente de moldes de anfíboles.	≤ 1,03	-	
	ACCESORIOS	Minerales opacos , acristales irregulares diseminados.	≤ 0,44	2	
		Biotita , cristales alargados, parcialmente alterados.	≤ 1,29	1	
		Moldes de cristales diseminados en la matriz, rellenos de arcillas, óxidos de titanio y minerales opacos.	≤ 0,44	-	
MATRIZ	Cenizas pulverulentas de vidrio conformando la matriz, incluyendo fragmentos de cristales y líticos. Parcialmente alteradas a arcillas.	-	52		

	Mineral /Líticos	Tamaño (mm)	%
LÍTICOS	Fragmentos juveniles alargados y ovoides de vidrio remplazado por zeolitas, porosos, con plagioclasas y moldes de anfíboles.	≤ 6,46	8
	Líticos de roca volcánica , porfíricos, con plagioclasas alterados a arcillas y matriz micropoiquilítica de cuarzo y feldespatos alterados a arcillas. Minerales opacos disseminados y moldes de ferromagnesianos rellenos de micas y cloritas.	≤ 5,82	2
SECUNDARIOS	Arcillas criptocristalinas , terrosas, reemplazando cristales de plagioclasas o llenando moldes de ferromagnesianos con micas. También producto de alteración del vidrio en la matriz.	≤ 0,004	6
	Micas escamosas junto a arcillas relleno moldes de ferromagnesianos (posibles moldes de anfíboles).	≤ 0,03	3
	Óxidos de titanio , ocurren como agregados criptocristalinos, son parte del relleno de moldes de cristales.	≤ 0,004	1
	Óxidos de hierro , ocurren como impregnaciones sobre micas y arcillas que reemplazan a cristales de biotita.	≤ 0,004	Traza

5. Texturas principales

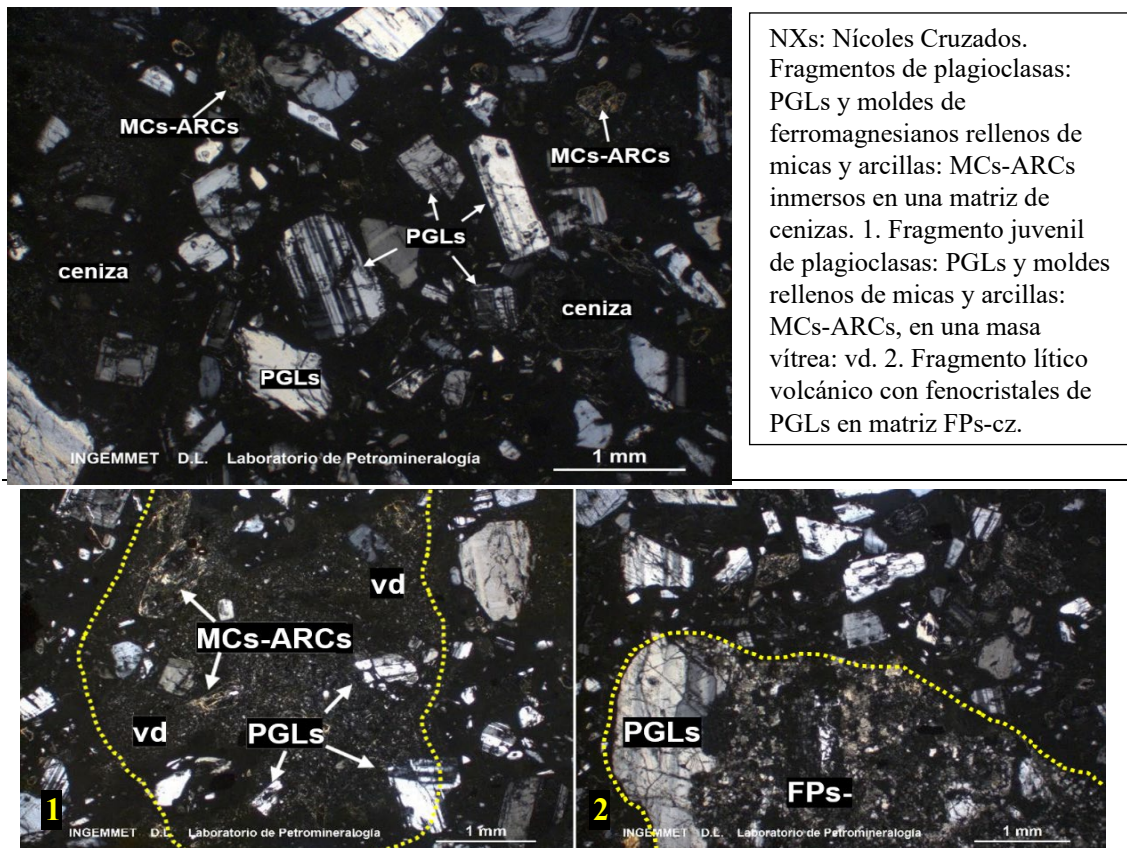
Clástica

6. Alteración

Tipo de alteración	Grado	Ocurrencia	Ensamble mineralógico
Desvitrificación	Débil	Alterando a vidrio de la matriz	Arcillas
Argilización	Débil	Alterando a fragmentos de cristales	Arcillas - micas

Grado de alteración: Incipiente (Trazas). Débil (1-11%). Moderada (12-49%). Fuerte (>50%).

7. Fotomicrografías



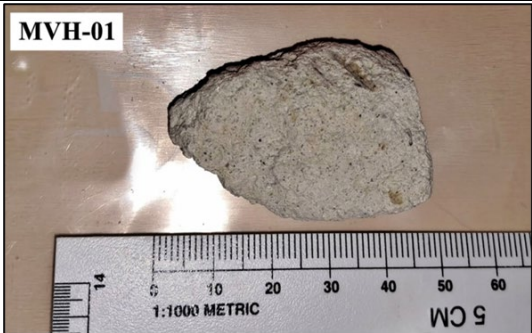
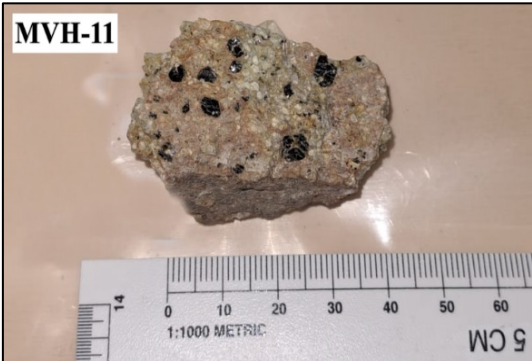
Fuente: INGEMMET, 2023.

4.3. ESTUDIO DE COMPONENTES DE ALTERACIÓN POR ESPECTROMETRÍA DE INFRARROJO

La empresa consultora South America Mining Solutions ha llevado a cabo el procesamiento de 08 contramuestras petrográficas, mediante la técnica de Espectrometría de Infrarrojo y el uso del equipo Terraspec Hi Res (longitud de onda de 350-2500 nm). La finalidad de este estudio es la identificación de las especies mineralógicas presentes en las muestras y sus asociaciones, pudiendo distinguir arcillas o minerales claros. Estas especies son reconocidas y caracterizadas tanto por sus propiedades distintivas y posiciones espectrales en longitudes de onda específicas, como por los perfiles espectrales que exhiben en el análisis (*Ver Anexo 02. Espectros de Reflectancia*).

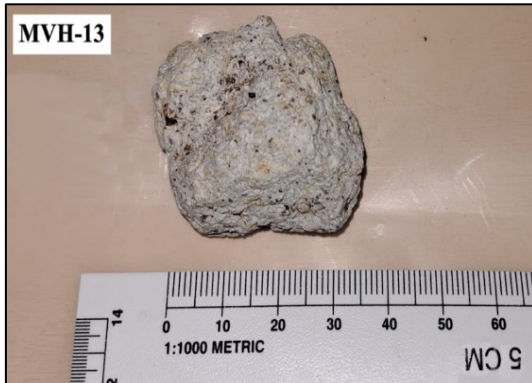
Tras el análisis realizado, se concluye que las muestras no evidencian una alteración hidrotermal hipógena. Por el contrario, se observa la presencia de una alteración supérgena de grado débil a moderado. Esta alteración se caracteriza por la presencia de caolín, producto de la alteración de las plagioclasas, y la alteración clorítica relacionada con los ferromagnesianos (anfíboles y biotitas) presentes en la roca.

Tabla 26: Resultados de espectrometría por infrarrojo con Halo Terraspec 4 Hi Res.

MUESTRA VOLCÁNICA (CÓDIGO)	RESULTADOS DE ESPECTROMETRÍA DE INFRARROJO – TERRASPEC 4 Hi Res																								
 <p>MVH-01</p>	<p><u>MVH-01</u></p> <p>Fenocristales alterados de color beige: caolinita Matriz alterada blanquecina: montmorillonita Zonas de color rojo – naranja: goethita</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Lecturas</th> <th>Ca</th> <th>Mo</th> <th>Goe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td>2</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Lecturas	Ca	Mo	Goe	1	2		1	2		2													
Lecturas	Ca	Mo	Goe																						
1	2		1																						
2		2																							
 <p>MVH-11</p>	<p><u>MVH-11</u></p> <p>Fenocristales alterados de color beige: illita-esmectita y sericita. Zonas de color verde: Clorita férrica</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Lecturas</th> <th>ill</th> <th>Esm</th> <th>Ser</th> <th>Clo</th> <th>prh</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Lecturas	ill	Esm	Ser	Clo	prh	1	1	1	1			2					1	3				1	
Lecturas	ill	Esm	Ser	Clo	prh																				
1	1	1	1																						
2					1																				
3				1																					

MUESTRA VOLCÁNICA (CÓDIGO)

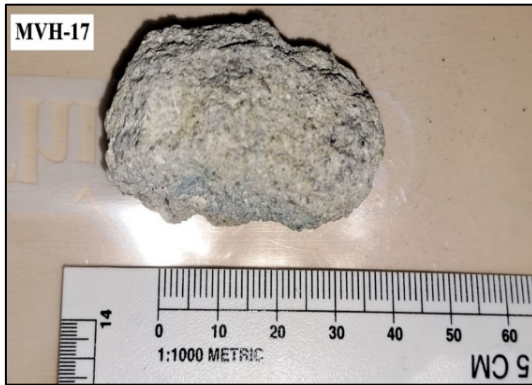
**RESULTADOS DE ESPECTROMETRÍA DE
INFRARROJO – TERRASPEC 4 Hi Res**



MVH-13

Matriz alterada de color beige: caolinita, illita-esmectita y sílice.
Ferromagnesianos de color verde: clorita
Fenocristales alterados de color blanco y zonas naranjas: caolinita y goethita.

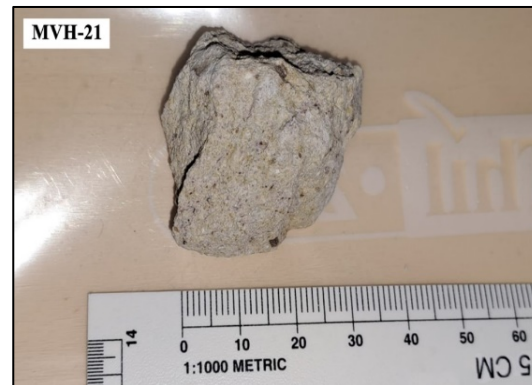
Lect.	Ca	ill	Esm	Si	Clo	Goe
1	2					
2		1	1	1		
3					1	
4	2					1



MVH-17

Matriz alterada de color blanquecina: illita – esmectita.
Ferromagnesianos de color verde: illita – clorita

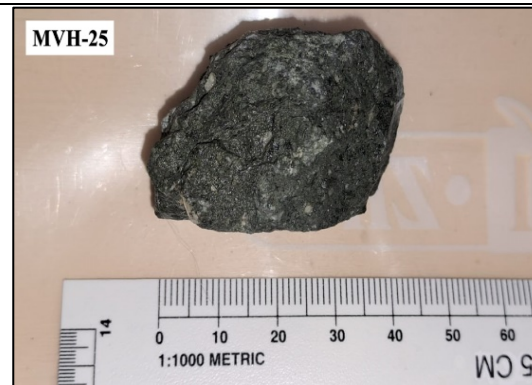
Lecturas	ill	Esm	Clo
1	1	1	
2	1		1



MVH-21

Matriz alterada blanquecina: caolinita y montmorillonita.
Fenocristales alterados de color beige: caolinita y sericita.

Lecturas	Ca	Mo	Se
1	2		
2		1	
3	2		1

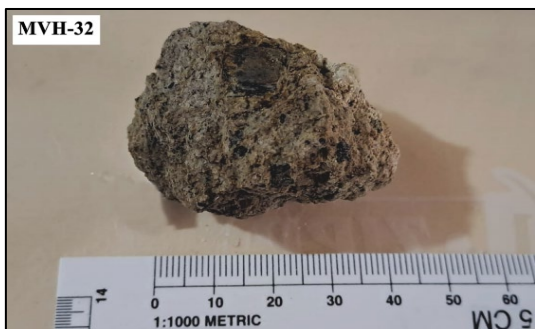


MVH-25

Matriz alterada de color verde oscuro: calcita, sílice y calcita férrica.
Fenocristales alterados de color blanco y verde: illita y esmectita

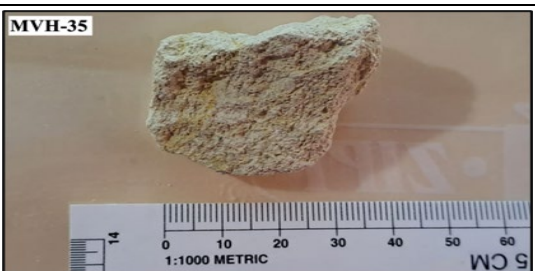
Lect.	Cac	Si	Clo	ill	Esm
1	1	1			
2			1		
3				1	1

MUESTRA VOLCÁNICA (CÓDIGO)**RESULTADOS DE ESPECTROMETRÍA DE
INFRARROJO – TERRASPEC 4 Hi Res**

**MVH-32**

Matriz alterada de color beige: Montmorillonita y sílice.
Fenocristales alterados de color blanco y beige: caolinita.

Lecturas	Ca	Mo	Si
1	2		
2		2	Trz

**MVH-35**

Matriz alterada de color blanco: caolinita.
Fenocristales alterados beige: caolinita y illita.

Lecturas	Mo	Ca	ill
1	1		
2		1	1

Abreviaturas: Cac: Calcita. Ca:Caolinita. Clo: Clorita. Esm: Esmectita. prh: Prehnita. ill: Illita.
Mo: Montmorillonita. Ser: Sericita. Si: Silice. Intensidad: Trz: Traza. 1: Débil. 2: Moderada.

Fuente: South America Mining Solutions, 2023.

4.4. CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA

Los análisis geoquímicos correspondientes se llevaron a cabo en el Laboratorio Químico de INGEMMET (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico), utilizando las contramuestras proporcionadas por el análisis petrográfico. Además, también se realizó un análisis en la empresa consultora de servicios geológicos y ambientales Athena Minerals E.I.R.L. A continuación, se detallan los métodos utilizados en cada procedimiento:

- Espectrometría de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) para análisis de elementos mayores en muestras de rocas. Se utiliza disolución con metaborato de litio por fusión eléctrica. (Análisis de Roca total por 18 elementos + LOI).
- Determinación cuantitativa de elementos menores en muestras geológicas sólidas utilizando ICP-OES y ICP-MS después de una digestión multiácida. Se analizaron 33 elementos en concentraciones de ppm y ppb.
- Determinación cuantitativa de tierras raras mediante ICP-MS con fusión eléctrica de metaborato de litio (Análisis de 23 elementos). Fuente: INGEMMET (2023).
- Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X (XRF) para análisis cuantitativo de elementos en concentraciones bajas. Equipo: Espectrómetro Olympus Delta Premium.

4.4.1. Clasificación Geoquímica TAS (Total Alkali Silica), según Le Maitre, 2002

Se basa en la relación entre el contenido de minerales alcalinos ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$) y silicatos (SiO_2) presentes en las rocas. A diferencia de la clasificación modal de Streckeisen (1979), esta clasificación permite unificar rocas volcánicas e hipoabisales en un mismo diagrama, independientemente de su variabilidad textural y condiciones de consolidación.

Tabla 27: Análisis químico de elementos mayores en las 30 rocas volcánicas seleccionadas, mediante la técnica de Fluorescencia de Rayos X (XRF). Valores recalculados al 100 %.

Cod. Muestra	%										
	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5
MVH-01	55.289	1.140	17.017	8.379	7.540	0.045	0.586	4.011	2.122	2.942	0.929
MVH-03	55.812	0.977	17.781	8.738	7.863	0.037	0.486	3.501	1.718	2.982	0.105
MVH-04	58.952	1.362	19.808	4.959	4.463	0.039	0.602	3.626	2.905	2.861	0.423
MVH-05	57.370	1.200	19.257	6.748	6.072	0.044	0.650	4.079	1.307	3.122	0.150
MVH-06	55.130	1.063	20.041	9.019	8.115	0.023	0.622	1.634	1.251	2.897	0.206
MVH-07	55.278	1.224	19.782	7.528	6.774	0.028	0.583	3.018	2.342	3.285	0.158
MVH-09	55.471	1.425	23.702	6.661	5.994	0.001	0.671	1.066	3.237	1.511	0.261
MVH-10	63.992	1.581	21.645	3.006	2.705	0.012	0.590	0.004	2.846	3.114	0.505
MVH-11	60.751	1.114	21.159	4.489	4.040	0.035	0.681	2.820	2.327	2.357	0.226
MVH-12	53.713	1.374	19.378	8.285	7.455	0.087	0.742	3.507	1.193	3.889	0.376
MVH-13	62.236	1.281	19.555	3.987	2.788	0.449	0.707	3.533	3.270	1.962	0.233
MVH-15	61.085	1.252	16.177	5.303	4.772	0.255	0.758	5.062	2.437	2.524	0.375
MVH-17	62.523	3.141	11.067	6.589	5.929	0.068	0.823	4.078	2.449	3.081	0.251
MVH-21	56.987	1.222	17.303	5.864	5.277	0.069	0.653	6.344	3.411	2.561	0.310
MVH-22	58.851	0.987	29.584	2.497	2.247	0.001	0.611	0.130	4.424	0.355	0.312
MVH-25	59.699	1.348	16.526	7.925	7.131	0.441	0.636	1.849	2.174	1.834	0.438
MVH-26	55.011	1.478	16.777	7.522	6.768	0.028	0.624	6.179	3.261	2.196	0.157
MVH-30	63.456	0.833	11.974	6.737	6.062	0.029	0.447	3.570	2.513	4.248	0.131
MVH-32	61.219	1.168	14.651	6.278	5.649	0.088	0.586	4.526	2.828	2.691	0.315
MVH-35	60.330	1.690	16.152	5.804	5.223	0.035	0.697	3.305	2.158	4.177	0.428
MVH-36	57.078	1.820	17.625	6.147	5.532	0.051	0.723	5.796	4.068	0.931	0.229
MVH-38	56.200	1.349	18.098	5.684	5.114	0.060	0.675	6.726	2.713	2.704	0.678
MVH-40	54.803	1.146	20.027	8.057	7.250	0.023	0.603	2.688	1.213	3.978	0.212
MVH-41	56.748	1.058	14.325	7.772	6.993	0.169	0.639	6.117	1.927	3.840	0.412
MVH-43	59.295	1.783	16.462	5.930	5.336	0.039	0.675	4.676	1.493	3.666	0.645
MVH-47	56.990	1.468	17.577	7.017	6.314	0.051	0.703	5.261	1.555	2.602	0.461
MVH-53	63.981	1.206	16.889	4.621	4.158	0.001	0.569	1.558	0.572	5.804	0.642
MVH-54	60.446	1.370	23.575	2.804	2.523	0.180	0.766	2.257	2.465	3.373	0.241
MVH-59	62.362	1.205	18.230	3.575	3.217	0.032	0.627	3.785	3.527	3.222	0.220
MVH-60	58.087	1.092	21.411	5.866	5.279	0.175	0.606	2.286	0.975	4.084	0.140

Fuente: Athena Minerals E.I.R., 2023.

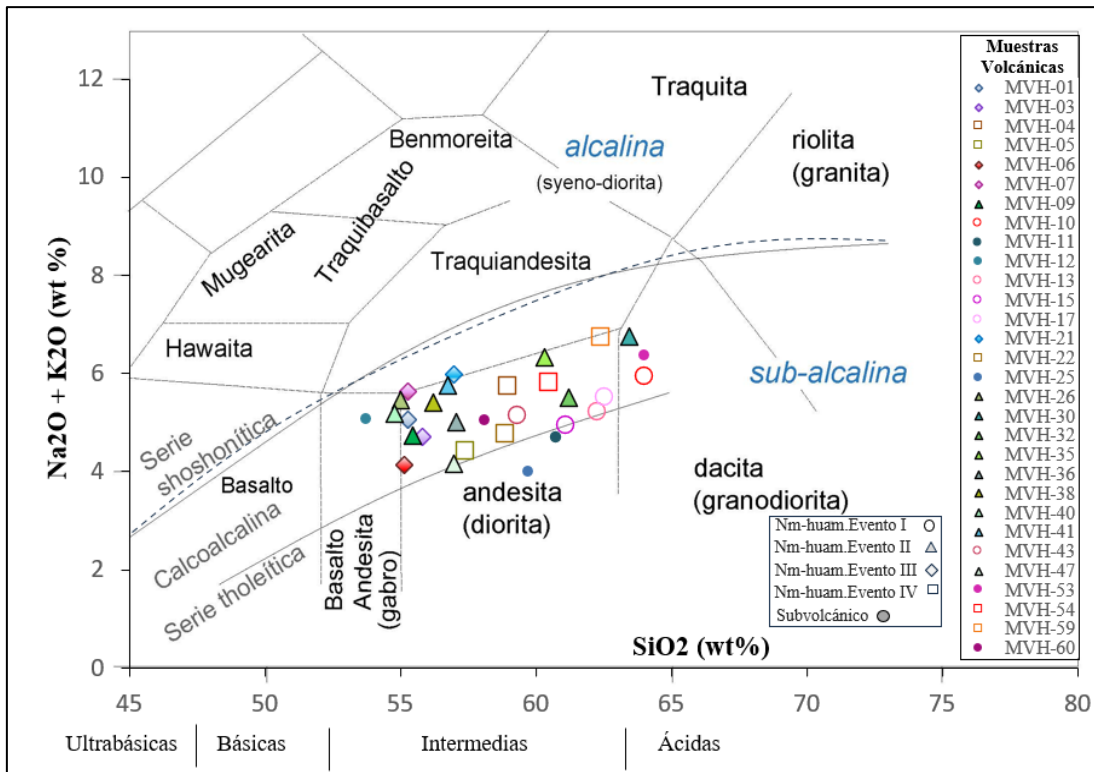


Figura 21: Diagrama TAS (Total Alkali Silica) para las 30 muestras de rocas volcánicas (Le Maitre, 2002). Se muestra la división alcalina/subalcalina de Irvine y Baranger (1971) y la subdivisión del campo subalcalino de Rickwood (1989).

- Se analizaron un total de 30 muestras, de las cuales 27 correspondieron a rocas de composición andesítica. Se identificaron 21 muestras de origen piroclástico, 02 de tipo extrusivo efusivo y 04 de origen subvolcánico. Además, se han observado 03 muestras dacíticas, de las cuales 02 corresponden a muestras de origen piroclástico y 01 subvolcánico. Estos resultados revelan una tendencia hacia una composición enriquecida en sodio y potasio, lo que indica un contexto geológico intermedio a ácido en la evolución magmática.

- El conjunto de las muestras cae dentro de la serie de rocas subalcalinas, la gran mayoría se proyectan en el campo de las andesitas, indicando cierta homogeneidad composicional en las rocas analizadas.

4.4.2. Clasificación Geoquímica Nb/Y vs. Zr/Ti de Rocas Ígneas (Pearce, 1996)

Considerando la variabilidad de la composición química debido a procesos erosivos y vulcanosedimentarios. Este diagrama utiliza elementos inmóviles (Zr/Ti y Nb/Y) para evitar la influencia del fraccionamiento y la alteración durante los procesos magmáticos. Esto permite una clasificación más precisa de las rocas volcánicas analizadas, siendo menos sensible a las modificaciones y alteraciones (E. Bauer et al., 2016).

Al igual que en la situación anterior, la mayoría de las muestras se clasifican dentro del campo de las andesitas. Sin embargo, algunas muestras se proyectan en el campo de las traquiandesitas debido a su contenido relativamente alto de Niobio (Nb) y bajo contenido de Itrio (Y), tomando un carácter ligeramente más alcalino.

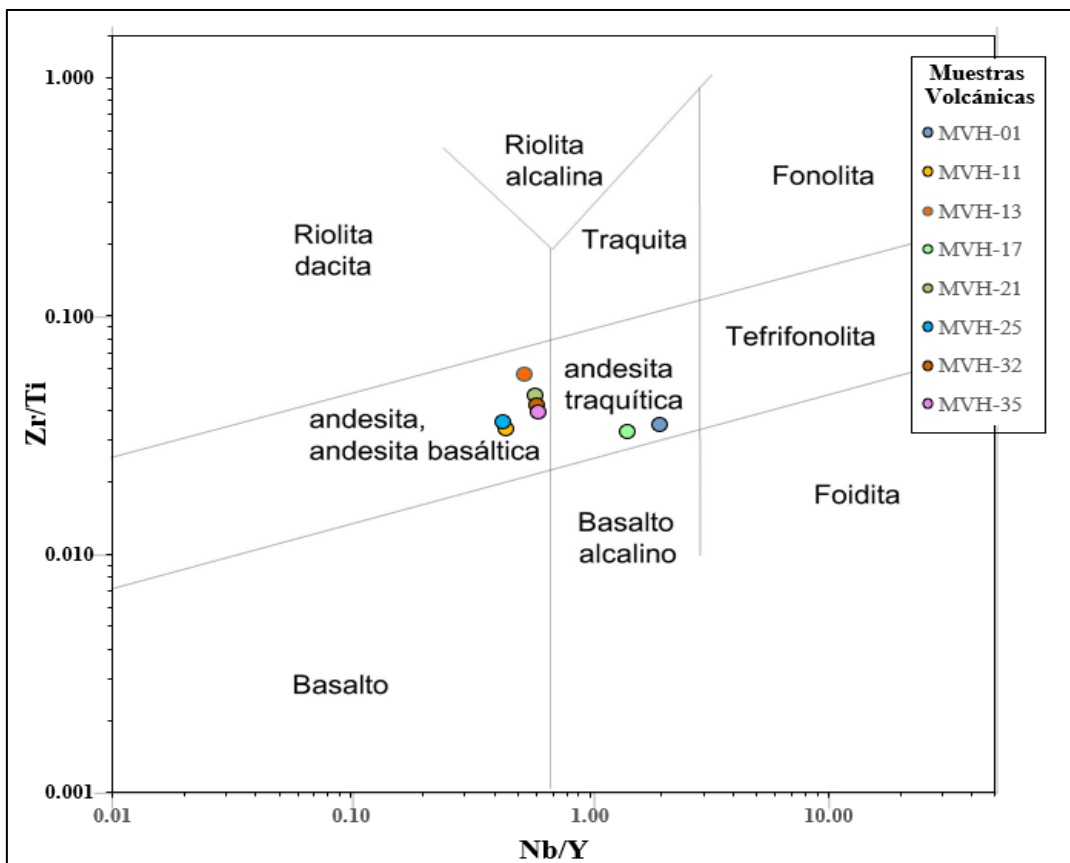


Figura 22: Diagrama Zr/Ti vs. Nb/Y para clasificar las 08 contramuestras de rocas volcánicas, basado en el esquema de clasificación propuesto por Pearce (1996).

Tabla 28: Valores en porcentaje de Zr, Ti, Nb y Y, para la clasificación Zr/Ti y Nb/Y de las 08 contramuestras analizadas por el método ICP-OES.

COD. MUESTRAS	Nb_ppm	Y_ppm	Zr_ppm	Ti %	EJE X =Nb/Y	EJE Y= Zr/(Ti*10000)
MVH-01	5	2.5	180	0.52	3.00	0.03
MVH-11	7.2	16	130	0.37	0.45	0.04
MVH-13	4.9	11	186	0.33	0.45	0.06
MVH-17	8.7	6	220	0.68	1.45	0.03
MVH-21	5.4	9	143	0.31	0.60	0.05
MVH-25	6.6	15	124	0.35	0.44	0.04
MVH-32	5.5	9	184	0.44	0.61	0.04
MVH-35	6.2	10	167	0.41	0.62	0.04

4.4.3. Clasificación Geoquímica Para la Diferenciación de la Series Magmáticas – Kuno, 1968 y Irvine & Baragar, 1971

En este estudio, es importante discernir de manera efectiva la disposición de las rocas subalcalinas. Para lograr esta distinción, se utiliza el diagrama AFM, con proporciones de los óxidos de álcalis (A), hierro (F) y magnesio (M) en rocas ígneas. Este diagrama delimita los campos toleítico y calcoalcalino, cuyos límites pueden variar según Kuno (1968) e Irvine & Baragar (1971).

En el caso de las 08 muestras analizadas, se puede observar que todas ellas se encuentran dentro del campo de la serie calcoalcalina. En algunas muestras se observa una proximidad a la línea divisoria entre las series toleítica y calcoalcalina, esto puede atribuirse a la presencia de minerales máficos, como anfíboles y piroxenos, así como a la presencia de minerales secundarios de óxidos de hierro, además de una diferenciación progresiva en la cámara magmática, ya que los sistemas magmáticos generalmente se vuelven más oxidantes (> Fe%) a medida que evolucionan.

Tabla 29: Porcentaje de K₂O, Na₂O, FeO(t) y MgO utilizados para clasificar y determinar la Serie Magmática de origen de las muestras analizadas.

COD. MUESTRAS	K ₂ O%	Na ₂ O%	FeO(t)%	MgO%	Diagrama triangular AFM		
					F=	M=	A=
					FeO(t)%	MgO%	K ₂ O+Na ₂ O%
MVH-11	1.98	1.56	3.23	0.68	43.31	9.15	47.54
MVH-17	2.71	2.71	2.33	0.47	28.33	5.70	65.97
MVH-13	3.11	3.07	4.52	0.66	39.79	5.79	54.42
MVH-32	2.68	2.79	5.45	0.60	47.28	5.20	47.52
MVH-01	2.63	2.42	6.31	0.20	52.29	5.83	41.87
MVH-35	2.43	2.48	4.33	0.17	46.04	1.86	52.10
MVH-21	2.33	3.63	4.05	0.45	38.69	4.30	57.00
MVH-25	2.57	1.75	2.41	0.51	33.35	7.00	59.65

Valores corregidos sin LOI (pérdida por calcinación).

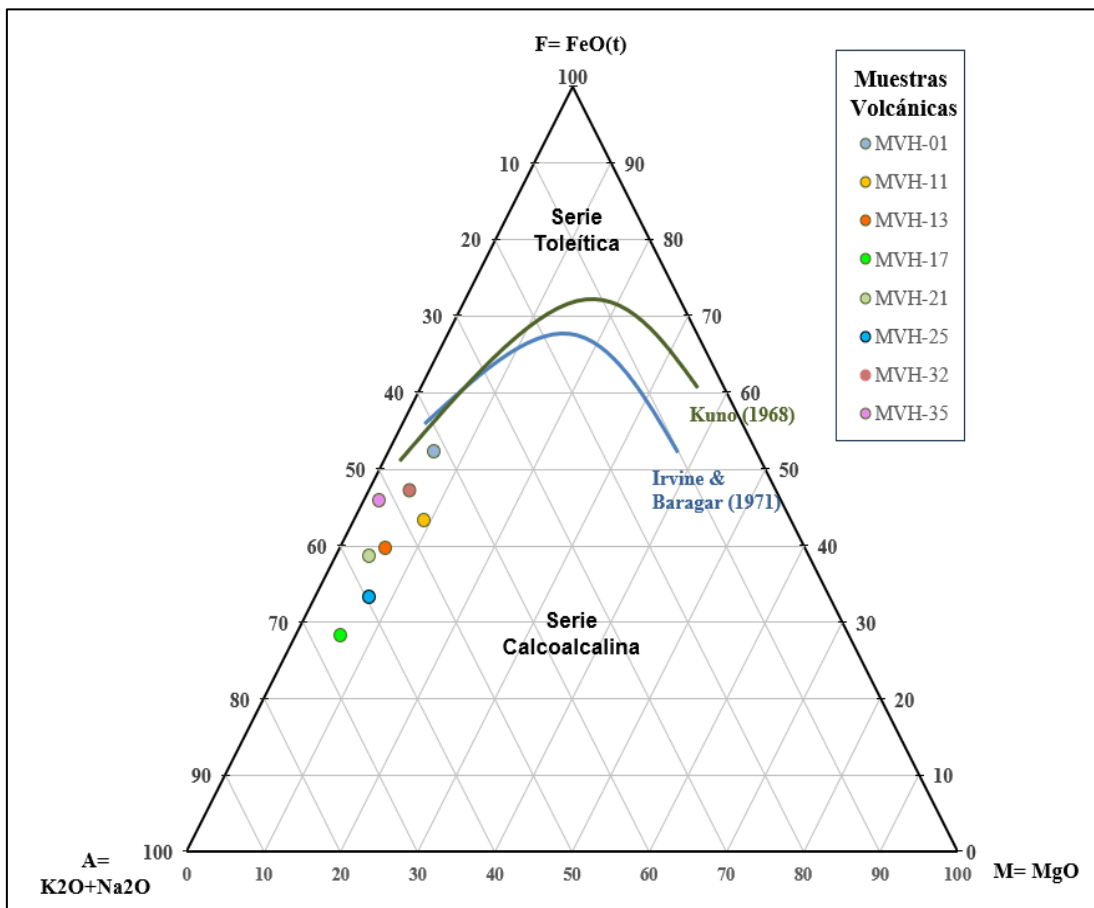


Figura 23: Diagrama AFM, basado en los valores de K₂O+Na₂O (A), FeO(t) (F) y MgO (M), para clasificar 08 muestras volcánicas. Los límites entre las series calcoalcalina y toleítica son de IRVINE Y BARAGAR (1971; línea azul) y de KUNO (1968; línea verde).

4.4.4. Clasificación Geoquímica Y-Zr Discriminación de Serie Magmática en Elementos Trazas, según Barret y McLean (1999)

Así también, el diagrama Y-Zr propuesto por Barrett y McLean en 1999, permite evaluar la composición y evolución de las rocas volcánicas y la serie magmática en términos de visualización de patrones y tendencias en la distribución de elementos menores (inmóviles). Este gráfico respalda la clasificación de estas rocas en la serie calcoalcalina, como se muestra en el gráfico de diferenciación de Kuno (1968) e Irvine & Baragar (1971).

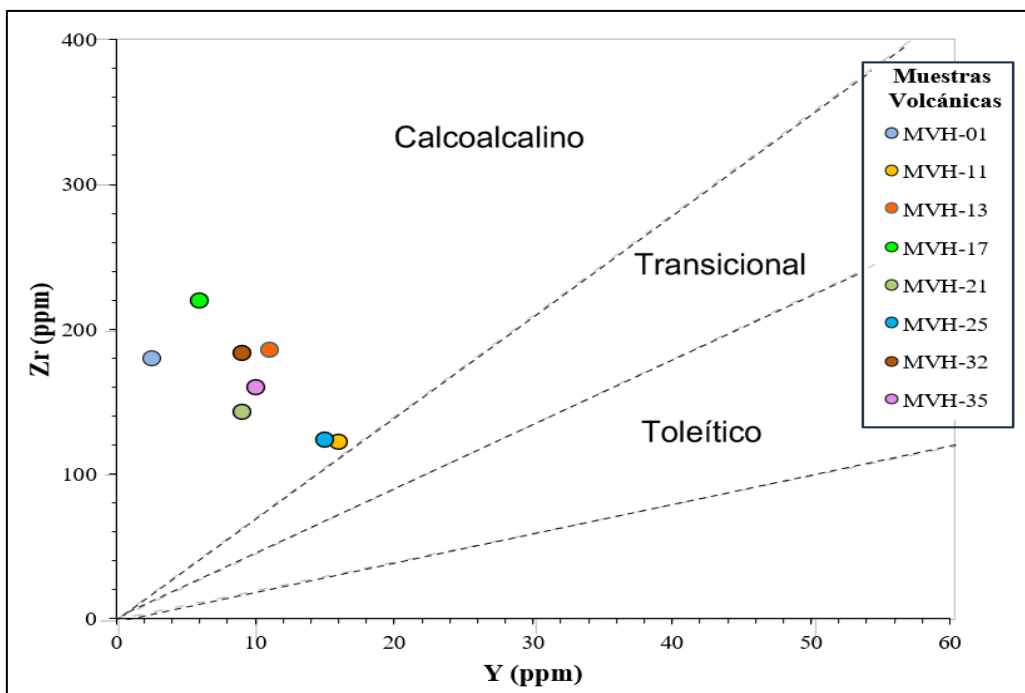


Figura 24: Diagrama Y vs. Zr para la discriminación de series magmáticas en elementos traza (Barrett y McLean, 1999).

4.4.5. Clasificación Geoquímica Para Determinar el Ambiente Tectónico – Pearce, 1984

El diagrama de elementos traza Y+Nb/Rb es utilizado para distinguir el ambiente tectónico de formación de rocas ígneas, especialmente las básicas y ultrabásicas. En el diagrama de Pearce et al. (1984), se puede observar una afinidad con el magmatismo de arco volcánico, caracterizado por la subducción de la placa oceánica, generando magma que asciende a través de la corteza continental. Durante este proceso, la fusión parcial de ambas placas puede dar lugar a magmas de composición intermedia, como las andesitas (Gill, J.B, 1981).

Tabla 30: Valores en ppm para Y, Rb y Nb en la clasificación geoquímica para determinar el Ambiente Tectónico.

COD.MUESTRA	EJE Y	Y_ppm	Nb_ppm	EJE X
	Rb_ppm			Nb+Y
MVH-01	96	2.5	5	7.5
MVH-11	121	16	7.2	23.2
MVH-13	93	11	5.9	16.9
MVH-17	142	6	8.7	14.7
MVH-21	70	9	5.4	14.4
MVH-25	102	15	6.6	21.6
MVH-32	90	9	5.5	14.5
MVH-35	67	10	6.2	16.2

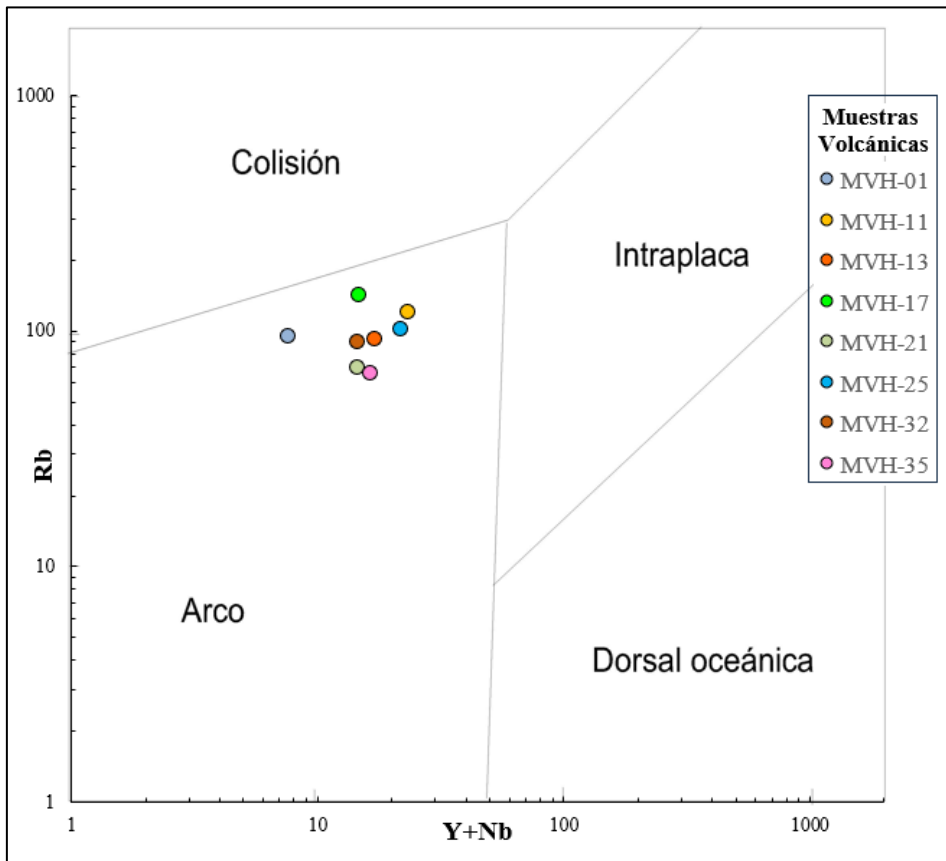


Figura 25: Proyección de 08 muestras volcánicas en el diagrama de elementos traza Y+Nb/Rb para discriminar el ambiente tectónico (Pearce et al. 1984).

4.4.6. Clasificación Geoquímica Para Discriminar el Ambiente Formacional – Pearce et al., 1975

En el caso de las muestras analizadas, se observa una clara asociación con un entorno de margen activo continental calcoalcalino con contenido normalizado medio a alto en K, lo que sugiere su origen en un margen activo asociado a procesos de subducción.

Tabla 31: Porcentajes de TiO₂, K₂O y P₂O₅ utilizados como indicadores para discernir el ambiente de formación de las rocas ígneas.

COD. MUESTRA	TiO ₂ %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O%	Normalización		
				TiO ₂ (n) %	P ₂ O ₅ (n) %	K ₂ O (n) %
MVH-01	0.986	0.306	2.628	25.145	8.050	67.052
MVH-11	0.672	0.088	1.983	24.498	3.110	72.289
MVH-13	0.574	0.104	3.109	15.152	2.616	82.094
MVH-17	1.261	0.179	2.712	30.376	4.379	65.323
MVH-21	0.544	0.230	2.333	17.508	7.502	75.084
MVH-25	0.679	0.265	2.566	19.344	8.156	73.115
MVH-32	0.767	0.305	2.679	20.448	8.121	71.429
MVH-35	0.743	0.186	2.425	22.150	5.465	72.313

Valores corregidos sin LOI (pérdida por calcinación).

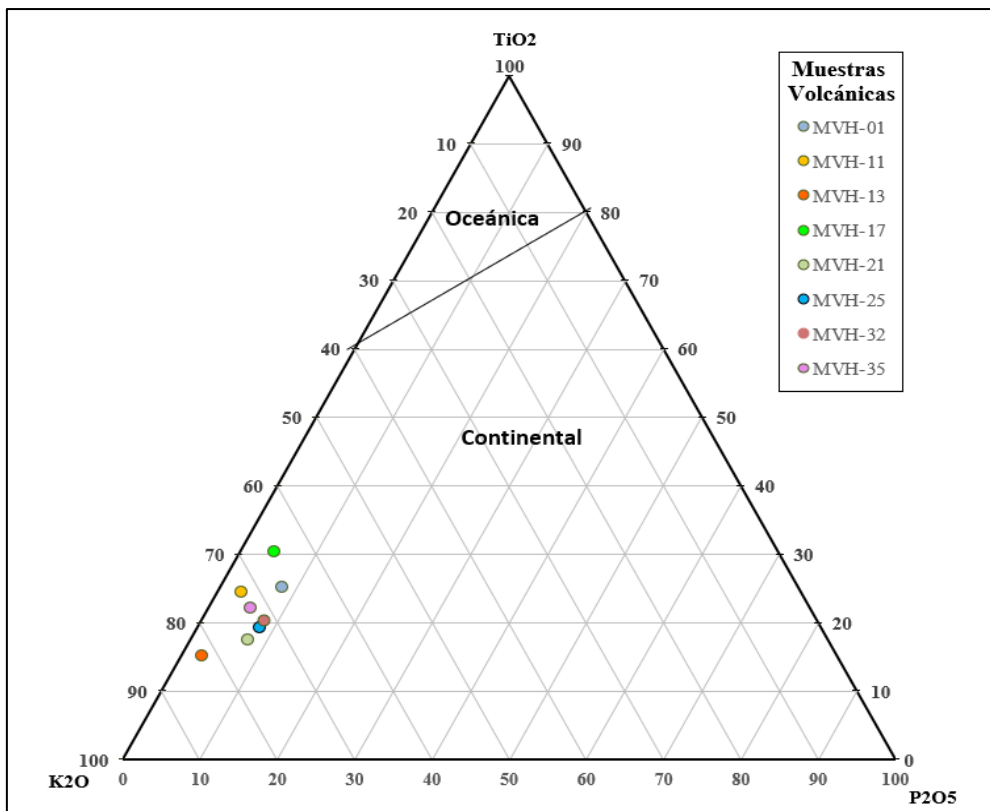


Figura 26: Clasificación geoquímica para discriminar el ambiente de formación de las rocas ígneas (Pearce et al., 1975).

4.5. EVOLUCIÓN ERUPTIVA

El siguiente apartado cumple con el objetivo de la descripción de los procesos de formación de los eventos volcánicos del Volcánico Huambos, como resultado de este proceso se logró definir cuatro eventos basados en sus características litológicas (color, composición y tamaño de sus clastos), la superposición de episodios eruptivos y variación topográfica en diferentes periodos de descanso (facies y subfacies), texturas y estructuras volcano-sedimentarias, delimitadas en el campo (in situ) (*Ver Anexo 05. Plano N°06: Columna Estratigráfica Volcánica*).

4.5.1. Evento I (Nm-huam. Evento I)

Este evento se distingue en la zona central del área de estudio en discordancia angular entre las Formaciones Cretácicas del Yumagual, Grupo Quilquiñan – Mujarrum y Cajamarca (calizas, lutitas y margas). (11.15 Ma, Navarro, 2012). Espesor aproximado 140 m.

Nivel Inferior: La secuencia basal se caracteriza por depósitos de flujos de escombros, flujos piroclásticos de tonalidad grisácea compuestos por ceniza con bloques y fragmentos líticos de origen andesítico, así como la abundancia de fenocristales de plagioclasa, hornblenda (anfíboles) y biotita. Además, se pueden observar sedimentos volcanoclásticos secundarios como lahares de matriz limo-arenosa (representando > 70%) con clastos subredondeados alterados con diámetros de 5-30 cm (entre 20 y 30%) y espesor promedio de 22 m. (facie I). Seguido de depósitos de oleaje de pómez (10% de su volumen) y ceniza gruesa (> 50%), de color gris blanquecino y rica en cristales de plagioclasa, feldespatos alcalinos y anfíboles, depositadas en laminación paralela y bandas delgadas con ocasional pseudoestratificación de bajo ángulo y llapilli acrecional de hasta 4,5 cm (10% del depósito). Esta capa tiene un espesor de 20 m (facie II).

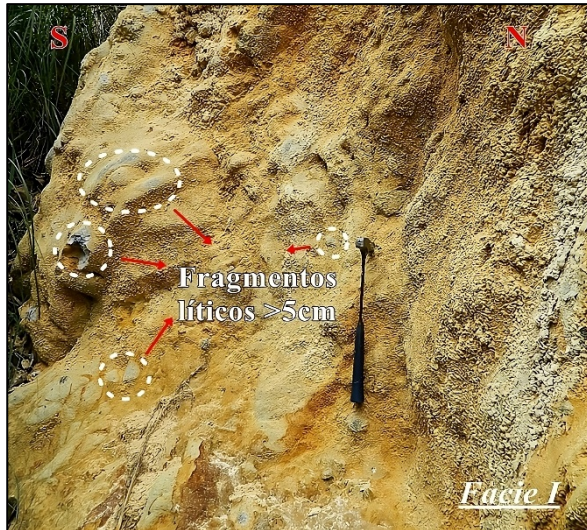


Foto 16: Lahar con clastos subredondeados (5-35 cm) hidrotermalmente alterados en matriz limo-arenosa de ceniza y pómez gris amarillenta. Coordenadas (UTM): N:9221488, E:785222, C:3102.



Foto 17: Flujos de escombros con gradación inversa, bloques andesíticos (10-50 cm). Coordenada (UTM): N: 9221490, E: 784248, C: 3008.

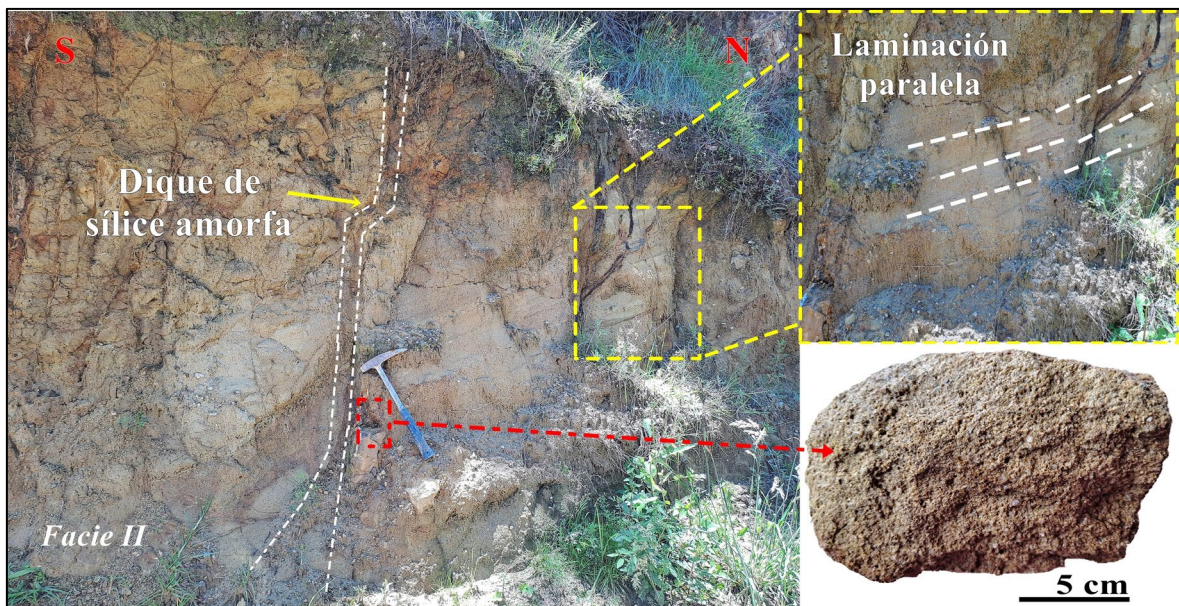


Foto 18: Depósito de oleaje con laminación paralela de pómez, ceniza y lapilli en trayectoria balística. Coordenadas (UTM): N: 9218126, E: 786559, C: 2942.

Nivel Intermedio: Se superponen depósitos de flujos piroclásticos de bloques, ceniza y pómez andesítica, con fragmentos polimícticos piroclásticos de 1-5 cm, líticos porfiríticos y clastos calcáreos en matriz de ceniza gruesa y lapilli ricos en plagioclasa y anfíboles. Hacia el tope, se tiene bloques monomícticos subangulosos a subredondeados de color gris oscuro (facie III). Se evidencian avalanchas de escombros, asociadas a mecanismos post-eruptivos, abundancia de clastos dacíticos y andesíticos (clasto soportado) con tamaños promedio de 7 – 40 cm en flujos de pómez (80%), ceniza y material aluvial (facie IV).

Suprayacen flujos piroclásticos de ceniza y bloques con lapilli piroclástico polimíctico de > 2.5 cm y fragmentos volcánicos porfiríticos gris oscuro. Estos están apoyados en corrientes de pómez y ceniza gris blanquecina. La disposición de bloques varía de angulosos a subredondeados, con diámetros de 7 a 12 cm, aumentando hacia el techo, donde se encuentran bloques angulosos y tobas andesíticas de 0.30-1 m (facie V).

Nivel superior: Depósitos de matriz soldada compuesta por ceniza y lapilli dacíticos, con fragmentos lávicos piroclásticos y líticos porfiríticos. Ligera alteración hidrotermal de sílice en matriz y clastos (facie VI).

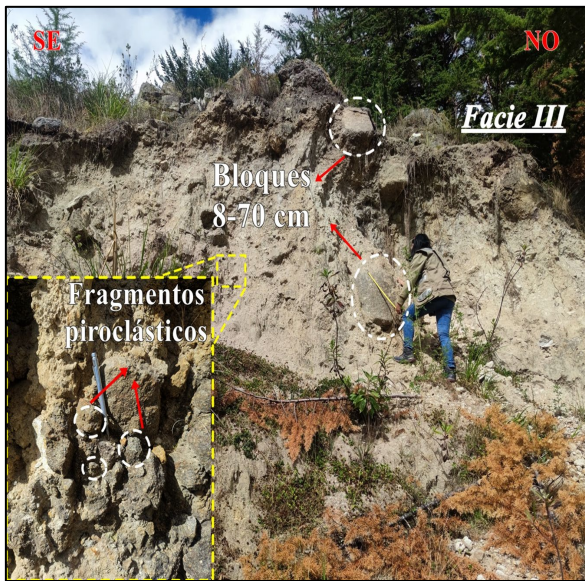


Foto 19: Depósito de bloques y cenizas andesíticas y fragmentos piroclásticos porfiríticos. Coordenadas (UTM): N:9219259, E: 786090 m, C:2939.

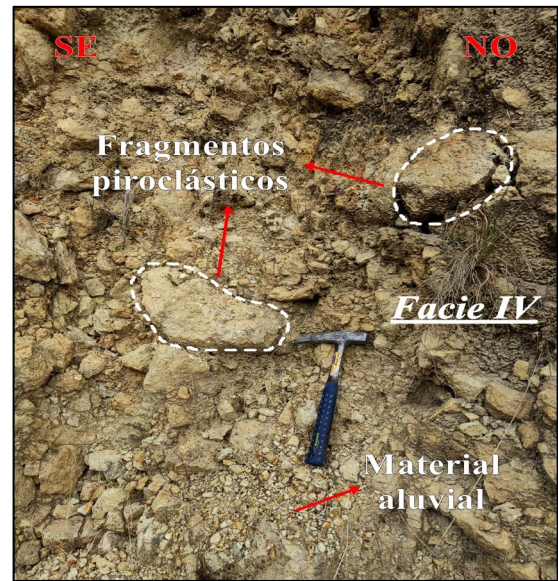


Foto 20: Avalancha de escombros con matriz limo-arcillosa y clastos > 7 cm. Coordenadas (UTM): N:9219264, E: 786012 m, C:2969.

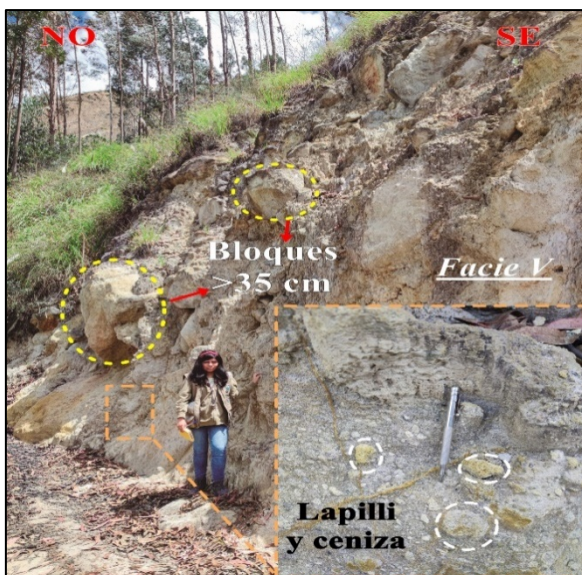


Foto 21: Depósito de ceniza, bloques y lapilli blanquecina con cristales, pómez y ceniza. Coordenadas (UTM): N:9219742, E: 785812 m, C:3010.

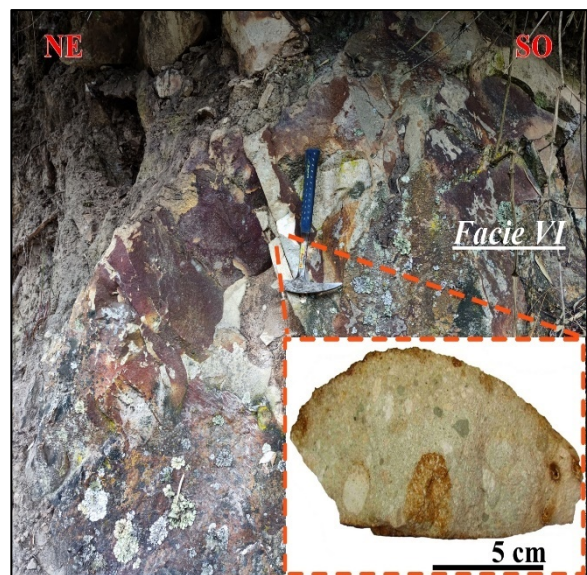


Foto 22: Flujos de ceniza y lapilli dacíticos con fragmentos volcánicos en matriz soldada. Coordenadas (UTM): N:9221854 m, E: 784506 m, C:3252.

4.5.2. Evento II (Nm-Huam. Evento II)

Suprayacente en concordancia al evento I presenta facies de pómez, ceniza y lapilli en una matriz gris amarillenta, con minerales como plagioclasa, anfíboles y biotita, y un incremento en la abundancia de micas como flogopita y lepidolita. También se observan secuencias bloques subangulares en una matriz de pómez y ceniza, brechas volcánicas, avalanchas y aglomerados. Espesor aproximado de 156 m.

Nivel inferior: Conformado por flujos de ceniza y pómez de tonalidad gris amarillenta, soportada por una matriz de ceniza y cristales de tamaño de arena gruesa. En la parte inferior, se observan de manera local caídas de ceniza y lapilli angular con un tamaño promedio de 1.5 cm, además de la presencia de pómez fina (11.53 Ma, Longo, 2005) (facie VII), cubiertos por bloques angulosos de >0.10-1.30 m englobados en flujos de pómez y cenizas gris claro de estructura caótica y composición andesítica, débilmente argilizada, contiene fragmentos piroclásticos de tamaños lapillíticos y líticos silificados de origen intrusivo. La cima está conformada por sucesiones de oleadas piroclásticas de menos de 1.50 m de espesor (facie VIII). Se distinguen depósitos de bloques angulosos de gran dimensión (1-5 m), constituidos por brechas volcánicas de color rosado que contienen más del 35% de fragmentos porfiríticos de color blanquecino, inmersos en una matriz de pómez escorácea y ceniza gris blanquecina (facie IX).

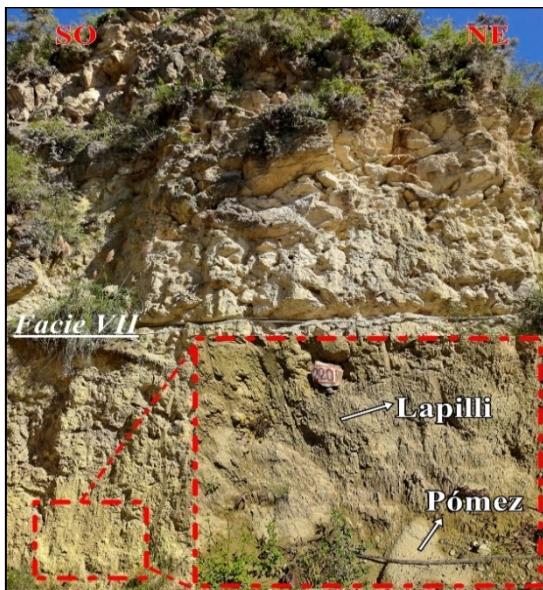


Foto 23: Facie VII: Flujos piroclásticos de pómez y ceniza gris amarillenta, con lapilli y pómez en la base. Coordenada (UTM): N:9219568, E: 787441, C:2983.

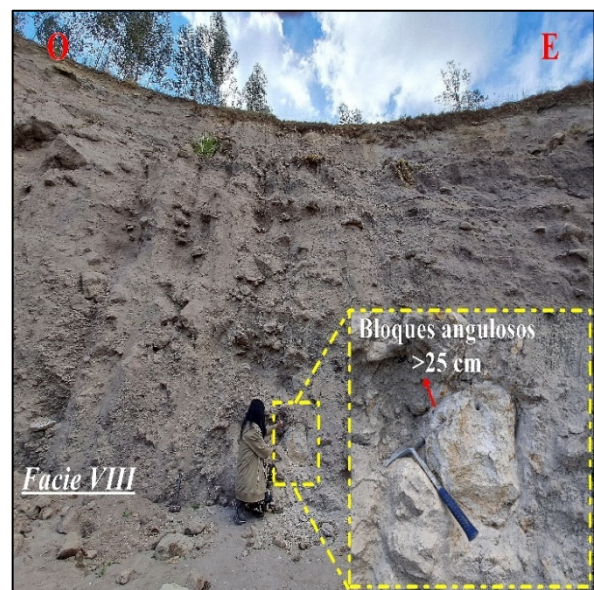


Foto 24: Facie VIII: Bloques angulosos en flujos de pómez y cenizas con fragmentos lapillíticos y líticos silificados. Coordenadas (UTM): N:9219954, E: 787488, C:3071.

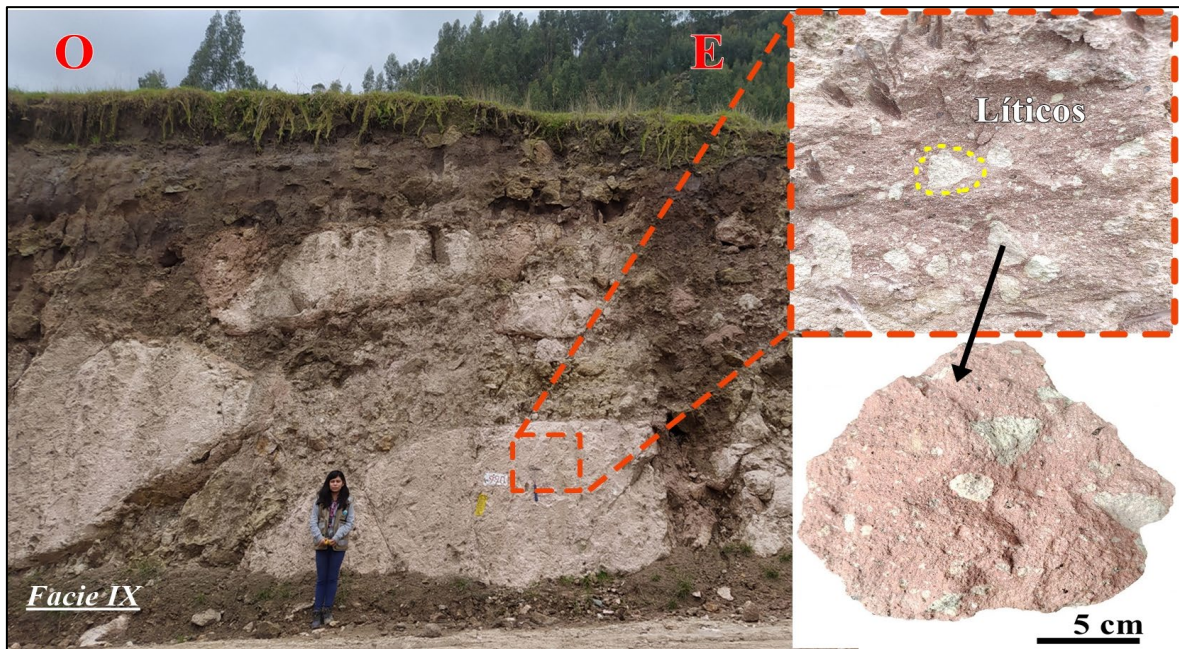


Foto 25: Facie IX: Bloques de tobas de brecha volcánica rosáceas en matriz de pómez escorácea y ceniza gris blanquecina. Coordenadas (UTM): N:9220272, E: 787744, C:3111.

Nivel Intermedio y superior: Depósitos de oleadas de 8 m de espesor de la facie X, con fragmentos lapillíticos (1.5-3 cm) y líticos volcánicos subangulares de tonalidad gris claro (15%), en matriz intemperizada de pómez (20%) y ceniza gris blanquecina a amarillenta (85%), rica en plagioclasa, minerales máficos, micas (flogopita) y cuarzo puntual; se depositan en capas laminares con caída puntual de ceniza. Se evidencian igualmente avalanchas de bloques heterolíticos en flujos de ceniza y lapilli. facie XI: Resultado de un ambiente explosivo se identifican brechas piroclásticas con fragmentos de rocas ígneas silificadas (>5 cm) de morfología angulosa a subangular, en una matriz de pómez, ceniza fina y lapilli gris verdoso. Continuando con la formación de un depósito aglomerado, conformado principalmente por bloques polimícticos de forma redondeada a subredondeada (>15cm) y textura porfirítica. Consisten en andesitas de tonalidad gris verdusca y dacitas gris blanquesinas, con moderada argilización, ambos inmersos en una matriz porfirítica alterada de color blanquesino, correspondiente a la facie XII. La cima es cartografiada a los alrededores de las Ventanillas de Combayo, observándose ocurrencias de flujos piroclásticos de ceniza densa y lapilli de pómez gris claro (>3 cm), con disminución notable en la cantidad de fragmentos porfiríticos, se distinguen cristales fracturados de plagioclasa y feldespatos. El afloramiento muestra una alteración argílica moderada, estructura tipo stockwork y presencia de óxidos de hierro (facie XIII). La unidad se denomina como "Miembro Fraylones" y tiene una disposición columnar meteorizada (11.3 Ma, Longo, 2005). (Turner, 1997; Longo, 2005).

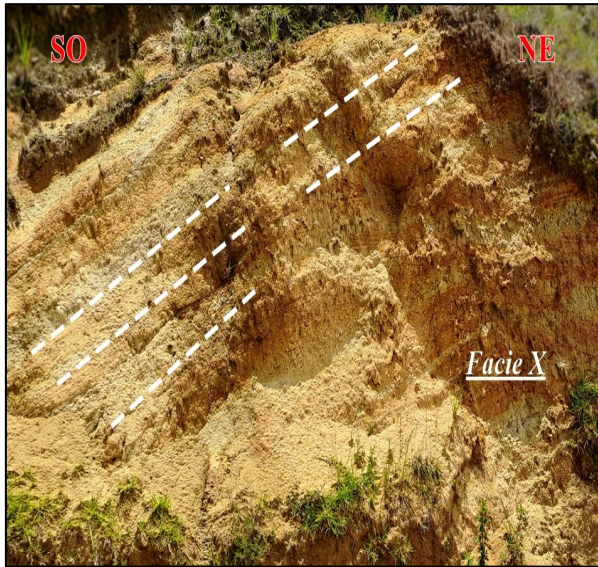


Foto 26: Oleadas con fragmentos lapillíticos en matriz de pómez y ceniza gris amarillenta. Coordenadas (UTM): N:9218847, E: 785921, C:3052.

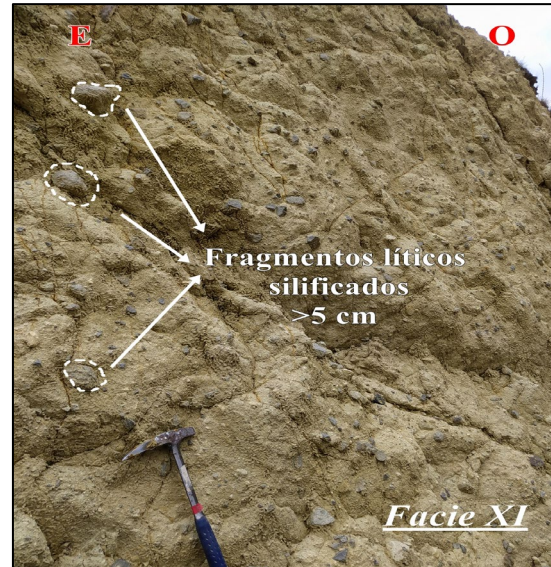


Foto 27: Brecha piroclástica con fragmentos de roca ígnea silificada, en matriz de ceniza gris verdosa. Coordenadas (UTM): N:9221573, E: 787461, C:3263.

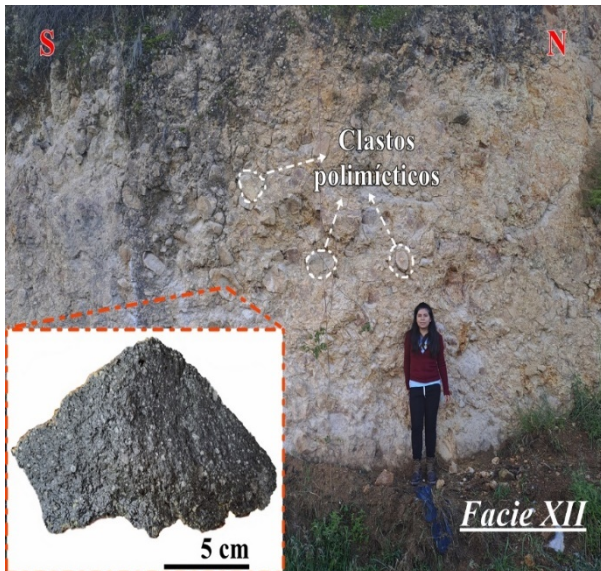


Foto 28: Aglomerado, clasto señalado de composición andesítica porfirítica. Coordenadas (UTM): N:9222939, E: 785390, C:3263.

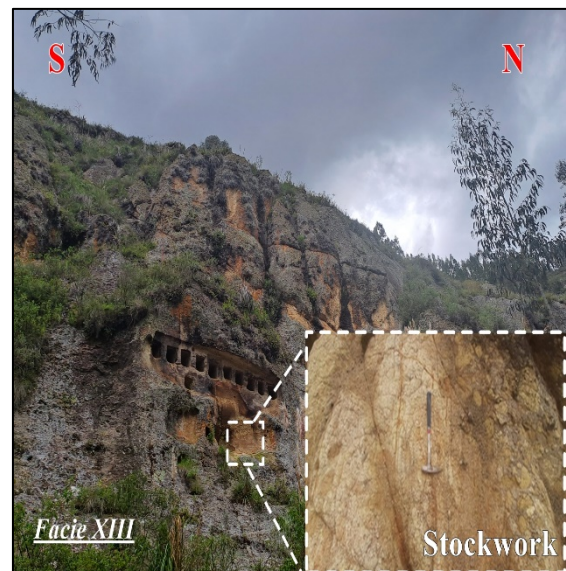


Foto 29: Depósito piroclástico de ceniza y lapilli de pómez, alteración argílica y estructura stockwork. Coordenadas (UTM): N:9220640, E: 787198, C:3242.

4.5.3. Evento III (Nm-Huam. Evento III)

Suprayace en paraconformidad con el evento II. Se identifican facies de flujos piroclásticos con pómez y ceniza gris blanquecina o beige, con cristales de plagioclasas, anfíboles y biotita alterados a micas, y fragmentos líticos. También se presentan flujos de tobas y ceniza blanquecina conocidos como "Toba Otuzco" (Turner, 1997; Longo, 2015), con alteración argílica y argílica avanzada en áreas específicas. Espesor aproximado: 112 m.

Nivel Inferior: Compuesta por una base de lapilli de pómez, seguida de flujos piroclásticos masivos de pómez parda y cenizas grises blanquecinas violáceas, con fragmentos juveniles y líticos subvolcánicos de tamaño entre 0.7 y 1.2 cm. En la parte media, se encuentran tobas andesíticas con cristales de flogopita alterada (facie XIV). Depósitos de ceniza vítrea seudoestratificada de color gris claro, con pómez fina y clastos juveniles de pómez amarillenta. Se evidencia alteración en la plagioclasa, biotitas y hornblendas, y ocasional presencia de líticos intrusivos (<10% de volumen) (facie XV).

Nivel intermedio: En la facie XVI, se aprecia depósitos de avalancha de matriz escasa de tonalidad gris claro a blanquecina con matices violáceos, con clastos volcánicos y bloques angulares de andesita de hasta 1.5 metros de diámetro, en estructura de rompecabeza, inmersos en una matriz areno-limosa de grano medio compuesta por ceniza, rica en pómez y cristales de plagioclasas alteradas, hornblendas parcialmente conservadas y micas. Siguiendo con un flujo masivo compuesto por cristales (alrededor del 45%) y pómez (8%) de 0.5-0.7 mm, en una matriz de ceniza (40%) de tonalidad gris claro de composición andesítica. La matriz exhibe una moderada argilización y una parcial sustitución por minerales arcillosos. Se observa la conservación de hornblenda y fragmentos de vidrio en el depósito. Los líticos presentan un tamaño inferior a 1.5 cm y una textura hipocrystalina porfirítica (7%) (11.23 Ma, Longo, 2005) (facie XVII).

Nivel superior: Coladas de ceniza vítrea y pómez finas amarillentas, de hasta 0.5 cm de diámetro, presentan tonalidades que varían de gris claro a beige. Los fragmentos líticos volcánicos son escasos y tienen un tamaño inferior a 1 cm de diámetro. Los cristales de anfíboles y biotita están alterados a micas, mientras que las plagioclasas muestran alteración a arcillas, caracterizando así una facie XVIII. En la cima se diferencian flujos de ceniza rosácea a lapilli media con pómez, fiammes puntuales y clastos juveniles de tonalidad naranja fibrosos, alineados en dirección al flujo. El depósito se encuentra altamente meteorizado con una moderada alteración argílica, observándose moldes de cristales de cuarzo, feldespatos y anfíboles, junto con algunos relictos de plagioclasas, mínima presencia de líticos (facie XIX).



Foto 30: Flujos piroclásticos de pómez y cenizas violáceas con fragmentos juveniles. Coordenadas (UTM): N:9220152, E: 784260, C:3366.

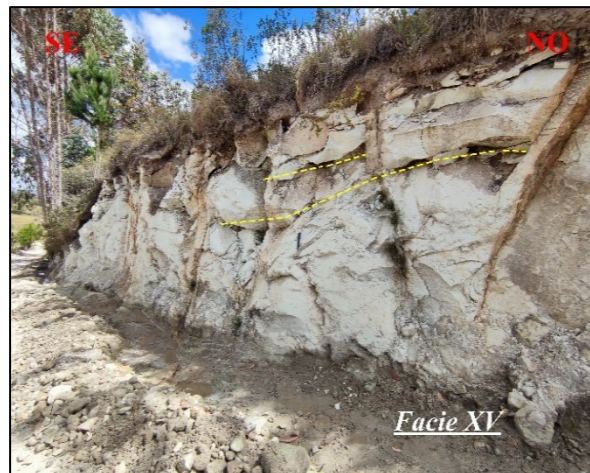


Foto 31: Depósito pseudo-estratificado de ceniza vítrea con pómez fina. Coordenadas (UTM): N:9220216, E: 784613 C:3379.



Foto 32: Avalancha de ceniza y pómez gris con bloques angulares de andesita. Coordenadas (UTM): N:9220567, E: 784677, C:3360.



Foto 33: Flujo masivo de cristales, pómez y ceniza gris andesítica. Coordenadas (UTM): N:9221835 m, E: 786406 m, C:3278.

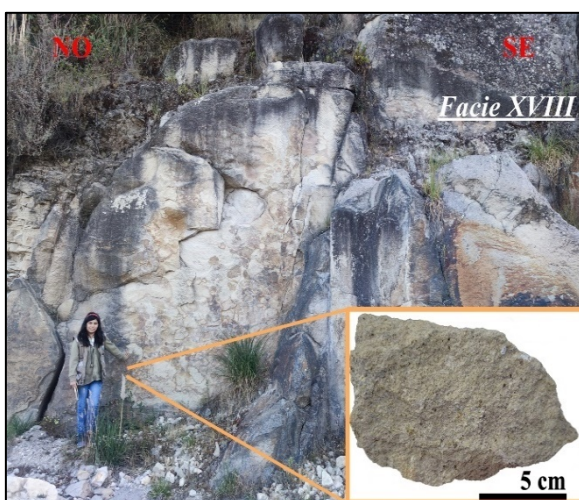


Foto 34: Coladas de ceniza vítrea y pómez beige con escasos líticos volcánicos. Coordenadas (UTM): N:9222331, E: 783259, C:3400.

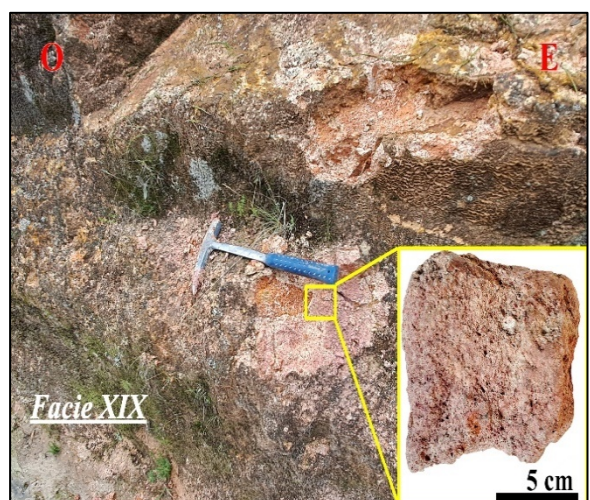


Foto 35: Flujos rosáceos de ceniza y lapilli con pómez, fiammes y clastos juveniles naranjas. Coordenadas (UTM): N:9218312; E: 784215 m, C:3140.

4.5.4. Evento IV (Nm-Huam. Evento IV)

Suprayace en disconformidad erosiva al Evento III, fase tardía de con mineralización de hornblenda con vulcanismo de cúpula relacionada (Longo, 2005). Las rocas volcánicas incluyen flujos de bloques y ceniza andesita gris verdosos (Navarro et al, 2007), tobas líticas, toba cristalina de textura eutaxítica, rocas piroclásticas ácidas e ignimbritas. (Noble et al., 1989). Tiene un espesor de 100 metros.

Nivel inferior y superior: Toba volcánica andesítica (facie XX) gris verdosa, con matriz de ceniza vítrea y abundancia de cristales (plagioclasas, feldspatos alcalinos). Presencia de hornblendas parcialmente desarrolladas, alteración débil y óxidos de limonita. Pómez blanquecinas dispersas, lapilli de pómez amarillentas a verdosas (>2 cm) y fragmentos volcánicos monomícticos (1.5-3 cm). Depósitos de avalancha con bloques polimícticos subangulosos (1 m) gris blanquecinos dacítico-andesíticos. Matriz gris claro a verdoso, con ceniza y pómez blanca y densa de tamaño lapillítico (<3 cm) (facie XXI). En el nivel superior se observan ignimbritas de color gris blanquecino con tonalidad rosada, se caracteriza por la presencia de litoclastos volcánicos de textura porfirítica y de color blanco, ceniza soldada, pómez de 1-4.6 cm deformadas y aplastadas de colores claros grises (fiammes), de textura eutaxítica y de matriz silicificada. (11.25 Ma, Longo, 2005) (facie XXII).

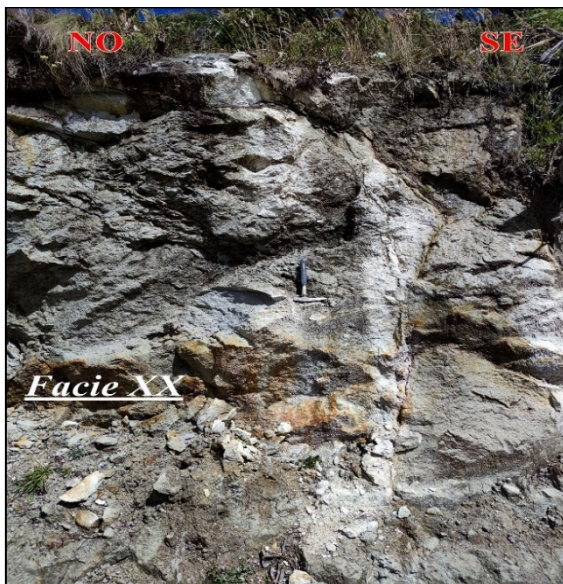


Foto 36: Flujo de ceniza y pómez gris verdosa, lapilli y fragmentos monomícticos andesíticos. Coordenadas (UTM): N:9220357, E: 784686, C:3406.

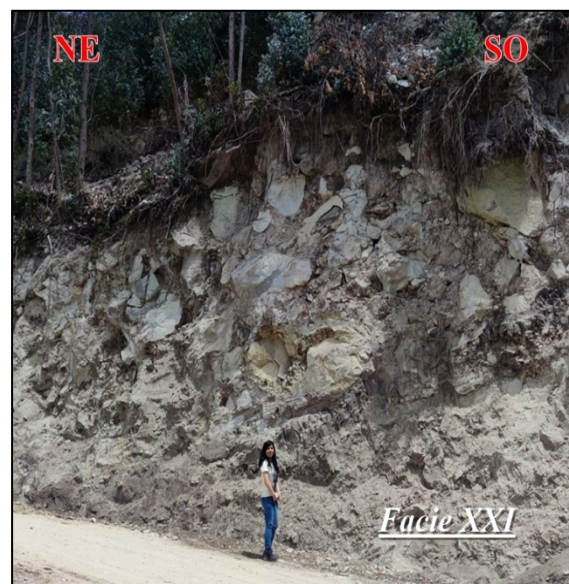


Foto 37: Avalancha con bloques volcánicos polimícticos. Coordenadas (UTM): N:9220484, E: 784509, C:3381

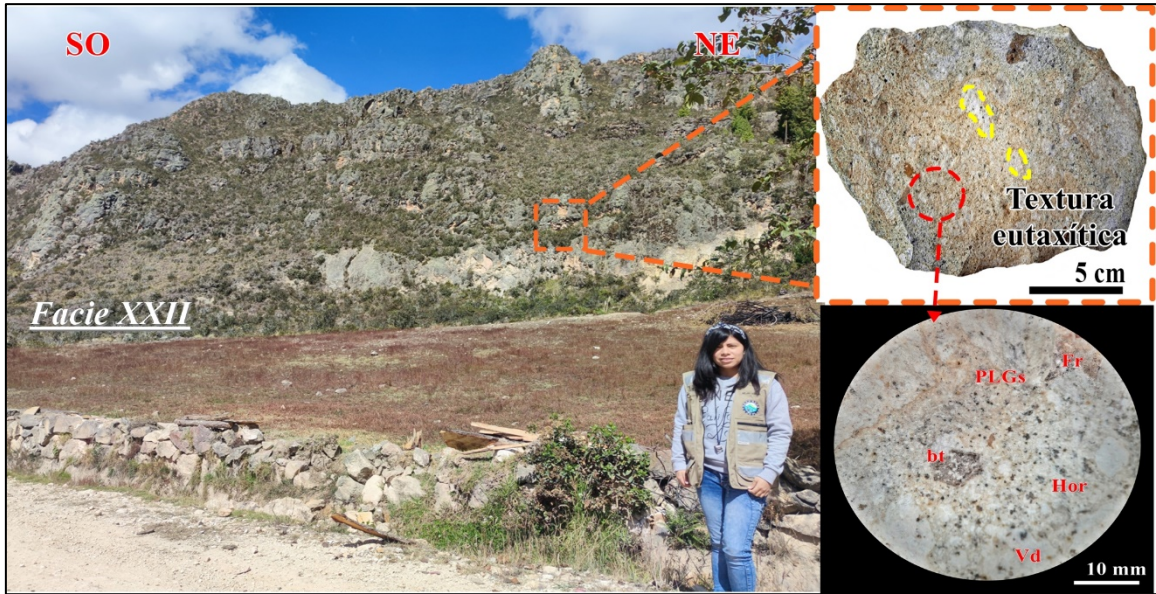


Foto 38: Ignimbritas gris blanquecinas, pómez deformadas y aplastadas, litoclastos subvolcánicos blancos, con matriz silicificada. Coordenadas (UTM): N:9220204, E: 784311, C:3365.

4.5.5. Rocas Intrusivas

Los cuerpos intrusivos de naturaleza subvolcánica, como domos, diques y sills, se han emplazado en la secuencia sedimentaria y facies volcánicas. Estos cuerpos exhiben composiciones andesíticas (20.8-17 Ma) a dacíticas (17.3-14 Ma), según lo documentado por Navarro et al. (2012). Adicionalmente, se identificó la presencia de un metamorfismo de contacto localizado en ciertas áreas.



Foto 39: Intrusivo dómico andesítico, de tonalidad gris verdoso, con fenocristales de plagioclasa, biotita y anfíboles (*Ver Anexo 02*). Coordenadas (UTM): N: 9222376, E: 784787, C: 3199.



Foto 40: Domo dacítico de tonalidad blanquecina, intruyendo la sucesión de flujos piroclásticos de los eventos I y II. Coordenadas (UTM): N: 9218924, E: 784091, C: 3265



Foto 41: Dique andesítico de coloración gris verdusca oscuro con débil cloritización. Proceso de marmolización en calizas debido al metamorfismo de contacto local. Coordenadas (UTM): N: 9223062, E: 787436, C: 3517.

4.6. CARACTERIZACIÓN TEXTURAL

Mediante el estudio petrológico y petrográfico de las rocas volcánicas recolectadas en los afloramientos del Volcánico Huambos, ubicados entre el centro poblado del Triunfo y el Molino del Arco, se han identificado las siguientes características texturales y estructurales asociadas a la unidad:

Evento I: Base de la secuencia volcánica, con textura volcanoclástica fragmental. Presenta líticos volcánicos afaníticos y porfiríticos de forma y tamaño variable, junto con fenocristales y fragmentos cristalinos euhedrales-subhedrales de grano medio (2-4.5 mm), compuestos por plagioclasas, anfíboles y moldes de máficos, inmersos en una matriz de ceniza volcánica desvitrificada. Se observan lapilli acreacional, fragmentos de pómez y microcristales de plagioclasa. Se observan estructuras vítreas tipo fiammes desvitrificadas a feldespatos y cuarzo con microestructuras rellenas de óxidos. Estos depósitos forman parte de corrientes de densidad y oleadas piroclásticas que han modelado el relieve, incluyendo bloques mayores a 1 m. A nivel de muestra de mano, se identifican tobas de composición andesítica a dacítica (Streckeisen, 1979), incluyendo tobas de cristales y tobas cristalolíticas (Schmid, 1981), así como tobas de ceniza y lapilli (Fisher, 1966). Se observa un incremento en la dimensión de las partículas hacia la cima.

Evento II: Exhibe una textura volcanoclástica fragmental, eutaxítica puntual y porfirítica, con presencia de líticos intrusivos y silificados con formas angulosas, así como fragmentos juveniles y cristales subhedrales hipocristalinos de tamaño medio a grueso (1-6 mm) de plagioclasas, anfíboles y moldes de minerales máficos inmersos en una matriz de ceniza volcánica, con presencia de microcristales incrustados en vidrio desvitrificado, así como moldes de cristales rellenos por micas de flogopita y lepidolita y arcillas. Se observa una disminución en la presencia de estructuras de fiammes elongados, los cuales han experimentado desvitrificación hacia feldespatos potásicos y cuarzo. Rocas faneríticas-subfaneríticas clasificadas como andesitas y dacitas efusivas y piroclásticas (Streckeisen, 1979). Incluyen tobas cristalolíticas, cristalinas, litocristalinas, de ceniza, lapilli y toba brecha (Schmid, 1981; Fisher, 1966). Presentes en depósitos de bloques, caídas de pómez y lapilli, y brechas volcánicas.

Evento III: Presenta una textura volcanoclástica fragmental con fragmentos de cristales anhedrales a subhedrales y material vítreo. Se identifica la presencia de anfíboles, biotita, fragmentos líticos volcánicos silicificados y pómez en una matriz compuesta por cenizas vítreas alteradas a arcillas. También se observa la ocurrencia de micas en moldes de cristales. Macroscópicamente, se aprecia una textura afanítica-subfanerítica en rocas andesíticas (Streckeisen, 1979), principalmente en tobas cristalovítreas con estructuras de fiammes puntuales y tobas de cristales (Schmid, 1981). Estas rocas se clasifican como tobas de ceniza (Fisher, 1966) y se distribuyen en flujos de densidad piroclástica.

Evento IV: Se evidencia una textura fragmental-eutaxítica, con la presencia de fragmentos de roca silificada de textura porfirítica, cristales de plagioclasa y anfíboles subhedrales de distribución inequigranular y estructuras tipo fiammes. Los depósitos p consisten en pómez y ceniza de composición andesítica (Streckeisen, 1979). Estos depósitos se caracterizan por tobas cristalovítreas y cristalinas subfaneríticas (Schmid, 1981), clasificadas como tobas de ceniza y lapilli (Fisher, 1966). Se evidencia una reducción progresiva en la presencia de litoclastos a medida que aumenta la distancia de deposición.

4.7. CENTRO ERUPTIVO

El volcánico Huambos se formó por intensa actividad volcánica y procesos tectónicos durante el período Quechua II, rellenando valles profundos con coladas piroclásticas de composición andesítica a dacítica (Noble et al., 1989).

Wilson (1984), identifica estos depósitos volcánicos columnares de flujos de ceniza y lahares como “Toba Frailones”, también señala la presencia de secuencias de tobas de ceniza de considerable espesor al norte y noreste de Cajamarca, así como al sur del depósito Yanacocha, designadas como “Toba Otuzco”. Posteriormente, Turner (1997) reconoce ambas secuencias como miembros independientes de la Formación Huambos, sin considerar su mineralogía asociada. En trabajos posteriores, Longo (2005) realiza una detallada reconstrucción de la columna estratigráfica del distrito minero Yanacocha y sus alrededores. Indentifica ocho secuencias volcánicas con características mineralógicas y composiciones distintivas. Estas rocas calcoalcalinas evolucionaron temporalmente desde andesitas hasta riolitas. En el área de estudio de esta tesis, destacan dos secuencias principales:

- **Cerro Frailes:** Tobas de ceniza lítica con flujos de escombros y presencia de biotita gruesa, evidencia de canales de lahares de andesita. Surge en discordancia erosiva con el basamento cuaternario, con una edad aproximada de 15.5 a 15.15 Ma. Ubicado cerca de Combayo en el río Azufre y es correlacionable con la “Toba Frailones” (Longo, 2005).

- **Ignimbritas San José Medio e Inferior:** Comprende toba de ceniza e ignimbritas de composición andesítica a dacítica, con presencia de plagioclasa, anfíbol, piroxeno y óxido de hierro. Estas rocas tienen una edad estimada entre 11.5 y 11.2 Ma. La Toba Otuzco se considera equivalente a estos miembros (Longo, 2005).

Según estudios complementarios (Navarro, 2012), se han identificado secuencias volcánicas en la Cuenca de Cajamarca, denominadas como parte del "Complejo Volcánico Yanacocha".

Es así, que se realizaron estudios en el Volcánico Huambos para confirmar y complementar estas investigaciones en el área de estudio, observando:

- La presencia de flujos de alta densidad y pulsos explosivos, evidenciados por bloques de considerable tamaño al inicio de la unidad. Además, la estratigrafía de la zona revela presencia de líticos que superan los 0.80 cm en el Evento II, indicando una mayor energía explosiva y capacidad de transporte de estos fragmentos. Estos depósitos son el resultado del colapso y la violenta fragmentación de la columna eruptiva, lo cual se refleja en la presencia de líticos con buena gradación.
- La medición de los pseudo-estratos ha revelado una tendencia predominante en dirección NE-SO. Esto se ha observado y se ha confirmado tanto en el mapeo detallado a escala 1:20 000 como en los datos proporcionados por INGEMMET a escala 1:100 000.
- Las dataciones geocronológicas por datación de plagioclasa, hornblenda y roca entera confirman y respaldan la edad de las secuencias volcánicas. Basándonos en los trabajos de Longo (2005) y Navarro et al. (2012) como referencia, podemos establecer que el Evento I tiene una edad de 15.5 Ma, mientras que el Evento II presenta edades aproximadas entre 11.53 y 11.3 Ma. Por su parte, el Evento III y IV tienen una edad de alrededor de 11.25 Ma.
- Los resultados petrográficos de las muestras volcánicas indican una composición mineralógica dominada por cristales de plagioclasa, que representan aproximadamente el 25-45% del total y tienen dimensiones de hasta 3.30 mm.

Además, se observa la presencia de anfíboles (hornblenda), que constituyen alrededor del 5-8% de la muestra y alcanzan tamaños de hasta 2 mm.

- Los eventos consisten en flujos de pómez y cenizas, resultado de la desgasificación y fragmentación del magma. Su composición geoquímica indica magmas félsicos a intermedios, con alta viscosidad y contenido de sílice, contribuyendo a una mayor explosividad por la acumulación de presión antes de la liberación del material. Estas características son consistentes con una erupción de tipo Pliniana.

Basado en los criterios mencionados anteriormente y en las observaciones realizadas, se plantea que el centro eruptivo responsable de la formación del Volcánico Huambos se ubica al noroeste del área de estudio. Aunque este estudio no abarca directamente dicho límite, se sugiere que posiblemente exista una relación con los procesos eruptivos relacionados al Volcánico Yanacocha y a la intrusión de domos asociados a este depósito. Destacando que el vulcanismo del Volcánico Huambos está vinculado a pulsos tardíos en la región.

4.8. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Las características petrológicas, petrográficas y geoquímicas del Volcánico Huambos indican la presencia de cuatro eventos volcánicos distintos entre los caseríos El Triunfo y Molino del Arco. Estos eventos se diferencian entre sí por el tamaño de los elementos granulométricos, con un predominio de ceniza y lapilli, y una matriz compuesta por cristales fracturados, líticos juveniles, volcánicos e intrusivos andesíticos y dacíticos. Esta unidad está constituida por facies de corrientes de densidad concentrada y diluida con flujo de cenizas, pómez y bloques subangulosos a redondeados, y oleadas piroclásticas de estructuras laminadas en relación con la topografía actual, con abundante lapilli y pómez, brechas piroclásticas, lahares y aglomerados volcánicos, propios de un vulcanismo explosivo Pliniano. Los estudios realizados, junto con la interpretación de diagramas binarios y ternarios revelan una composición variable de rocas andesíticas y dacíticas conformadas por cristales de plagioclasa y anfíboles en su mayoría, pertenecientes a la serie calcoalcalina y desarrollados bajo subducción continental. Se propone que el centro de emisión de esta unidad se encuentra al Noroeste del área de investigación, lo cual reafirma la hipótesis planteada.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La caracterización petrológica del Volcánico Huambos en los caseríos del Molino del Arco y El Triunfo, con 60 muestras de mano revela 54 andesitas calcoalcalinas y 06 dacitas. También, se encontraron 49 tobas piroclásticas: 29 con cristales, 08 cristalolíticas, 11 cristalovítreas y 01 litocristalina según Schmid, además de 39 tobas de ceniza, 08 de lapilli y 02 tobas brecha según Fisher. En la microscopía se observan texturas fragmentales y porfíricas con plagioclasa, anfíboles y cuarzo en una matriz de ceniza, vidrio volcánico y microcristales. La geoquímica indica que pertenece a un magma Calcoalcalino relacionado con un arco volcánico en un contexto continental.

- Los procesos de formación de los depósitos volcánicos del Volcánico Huambos en los caseríos del Molino del Arco y El Triunfo delimitan cuatro eventos: Evento I, con escombros, lahares y oleadas piroclásticas; Evento II, con flujos piroclásticos y caídas de pómez y lapilli; Evento III, con flujos de toba, ceniza y lapilli; y Evento IV, con ignimbritas; con intrusiones de domos andesíticos y dacíticos. Estos depósitos presentan fragmentos líticos de diferentes tamaños, señalando procesos explosivos y violentos de un vulcanismo tipo Pliniano.

- El Centro Eruptivo, determinado a través de la medición de pseudo-estratos con una tendencia predominante NE-SO y el análisis petrológico y estratigráfico de los depósitos volcánicos, sugiere que la posible fuente de emisión se encuentra al noroeste del área de estudio. Esta ubicación podría estar vinculada a los procesos eruptivos que contribuyeron a la formación del Complejo Volcánico Yanacochoa.

- La Columna Estratigráfica Volcánica se construyó a partir del mapeo geológico a escala 1:20 000 de los cuatro eventos volcánicos y sus facies vulcanogénicas, junto con las rocas sedimentarias del Basamento Cretácico y los depósitos Cuaternarios. Según los trabajos geocronológicos de Longo (2005) y Navarro et al. (2012), estos cuatro eventos tienen edades que varían entre aproximadamente 15.50 y 11.25 millones de años.

5.2. RECOMENDACIONES

Con respaldo del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), se recomienda a los investigadores interesados en la rama de la vulcanología, lo siguiente:

- Realizar un estudio petromineralógico completo en muestras representativas de roca volcánica, utilizando técnicas avanzadas como microscopía, MEB (Microscopía Electrónica de Barrido) y difracción de rayos X. Buscando identificar minerales, determinar su textura y características cristalográficas específicas y analizar por inclusiones fluidas para comprender las condiciones de formación, con el fin de complementar la data petrológica del Volcánico Huambos en la zona de Combayo.

- Para implementar la data geocronológica se sugiere realizar análisis radiométricos avanzados en un número mayor de puntos de muestreo y ampliar el área de estudio para incluir regiones adyacentes. Además, se recomienda integrar datos geológicos y tectónicos, lo que permitirá obtener una visión más completa de la historia geológica y la ubicación exacta del centro eruptivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acero, P; Mateo, E; Lucha, P. 2013. Rocas bajo el microscopio: acercamiento al estudio en lámina delgada de minerales y rocas.
- AJ, Sinclair.1991. Un enfoque fundamental para la estimación del umbral en la geoquímica de exploración: revisión de las gráficas de probabilidad. Department of Geological Sciences, The University of British Columbia, Vancouver, BC V6T 2B4, Canada.
- Arapa, V. 2017. Formato N°01-A, Petrografía Macroscópica de Rocas Ígneas. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Baragar, W.; Irvine, T. 1971. Guía para la clasificación química de las rocas volcánicas. Canadá.
- Benavides, V. 1999. Orogenic evolution of the Peruvian Andes: The Andean cycle. Society of Economic Geologists.
- Cas. R.; Wriqth. J. 1988. Sucesión Volcánica: Moderna y antigua. Unwin Hyman, Londres.
- Castillo, D. 2021. Petrografía Y Análisis De Facies De Rocas Estratificadas Del Guadalupiano-Triásico Medio En La Cordillera Frontal De Elqui (29°58'-30°24's), Región De Coquimbo, Chile.
- Castro, A. 1989. Petrografía Básica. Paraninfo. Madrid.
- Dávila, J. 2011. Diccionario Geológico.
- Echevarría, L. 2002. Mapeo en terrenos Volcánicos.
- Fisher, R.V. 1961: Clasificación propuesta de sedimentos y rocas volcánicas. Geol. Soc. Amer. Bull. 72: 1409-1414.
- Flores, J. 2018. Caracterización estratigráfica de la microcuenca del río Azufre
- Gallardo, E. 2013. Estratigrafía del Volcánico Huambos, Facies Volcánicas y Volcaniclásticas en la Cuenca de Cajamarca.
- Gómez, V. 2011. Estudio petrográfico de unidades volcánicas, México.
- Hirsch, D. 2012. How to make a thin section». Western Washington University
- Huamán, L. 2001. Metodología de la investigación: La tesis profesional, Arequipa. Perú.
- Huang, W. 1991. Petrología. Utea, Madrid.

- Irvine, T.N; Baragar, W.R.A. 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks.
- Lapidus, D.F y Winstanley, I. 1987. Collins Dictionary of Geology. Glasgow, Collins.
- Lazo, J. 2019. Estudio petrográfico de rocas intrusivas, superunidad San Luis, localidades de Santa Rosa y El Molino, Sancos - Lucanas, Ayacucho. Lima – Perú.
- 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.
- Le Maitre, R. W; Streckeisen, A; Zanettin, B.; Le Bas, M. J.; Bonin, B; Bateman P. 2002. Rocas ígneas: Clasificación y glosario de términos, Universidad de Cambridge.
- Litvak, V; Poma, S. 2005. Estratigrafía y facies volcánicas y volcánicas de la Formación Valle del Cura: magmatismo paleógeno en la Cordillera Frontal de San Juan. Revista de la Asociación Geológica Argentina.
- Longo, T. 2005. Evolución del vulcanismo y la actividad hidrotermal en el distrito minero Yanacocha, Norte del Perú.
- López, J; Bellos, L. 2006. Texturas y Estructuras de las Rocas Igneas: Significado Petroológico e Implicancias en las Condiciones de Formación de las Rocas.
- McBirney, A. 1984. Igneous Petrology – Freeman Cooper & Company, San Francisco
- McPhie, J; Doyle, M; Allen, R. 1993. Texturas Volcánicas.
- Mendoza, N. 2010. Geology, grade distribution, and metal ratios at The Amaro gold-copper porphyry deposit, Minas Conga district, Cajamarca Province, Peru. Thesis Master, University of Arizona
- Navarro, P. 2012. Nuevas dataciones en el segmento sur de Cajamarca, INGEMMET.
- Navarro, P; Monge, R; Flores, A. 2008. Centros volcánicos oligo-miocénicos (Grupo Calipuy) en la zona sur de Cajamarca.
- Pearce, J., Gorman, B. and Birkett, T. 1975. Diagrama de $TiO_2 - K_2O - P_2O_5$; Un método de discriminación entre basaltos oceánicos y no oceánicos.
- Pearce, J.A., et.al.1971. Ophiolite origin investigated by discriminant analysis using Ti, Zr and Y.
- Pearce, J.A; Harris, N.B; Tindle A.G.1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks.
- Rave, Y; Sánchez, J. 2019. Estructuras de disyunción columnar en flujos de lava asociados al Complejo Volcánico Nevado del Ruiz. Colombia – Bogotá.
- Reyes, L. 1980. Geología de los cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional,31.

- Rickwood, P.C. 1989. Boundary Lines within Petrologic Diagrams Which Use Oxides of Major and Minor Elements.
- Rivera, M. 2004. Estudio tefro-estratigráfico preliminar del depósito de caída de la última erupción del volcán Yucamane en Tacna.
- Rivera, R. 2008. Geoquímica Isotópica de Plomo en los Pórfidos Miocénicos del Norte del Perú – Región Cajamarca.
- Rodríguez, C. 2019. Caracterización petrológica del Volcánico Huambos en las zonas de Tual y Porcón Bajo.
- Rollinson, H. 2021. Using Geochemical Data. Cambridge University. Reino Unido.
- Sarks, y Walker. 1973. Estudios en Vulcanología, Londres.
- Schmid, R. 1981. Nomenclature and classification of pyroclastic deposits and fragments. The Geological Society of America. Boulder, Co. 9: 41-43.
- Simpson, 1997. Edificios volcánicos y reservorios magmáticos superficiales, Argentina.
- Sparks, R y Walker, G. 1973. Products of ignimbrite eruptions. Geology Bulletins.
- Spelucin J. 2017. Tesis profesional “Caracterización petrologica de la Formación Porculla (Grupo Calipuy) Cumbemayo, Cajamarca”, Cajamarca, Perú.
- Sigurdsson, H. 2015. The Encyclopedia of Volcanoes. Princeton University Press.
- Streckeisen, A. 1979. Earth Science Rev. Bd. 12 p.1-33 Amsterdam, London, New York
- Supo J. 2015. Como empezar una Tesis. 1ª Edición
- Tafur, 1950. Geología del Valle de Cajamarca, Perú.
- Toro, L; Cardona, J; Moreno, M; Gómez, A. 2021. Petrografía y geoquímica de las rocas piroclásticas y efusivas de la Formación Bocas (Triásico Superior- Jurásico Inferior) y efusivas de la Formación Nogontova (Macizo de Santander, Colombia), Santander, Colombia.
- Universidad autónoma de Chiguagua. 2011. Petrología y petrografía ígnea. México.
- Universidad de Castilla. 2006. Mecánica de los diagramas ternarios: Aplicación en el diagrama de clasificación de las rocas ígneas de Streckeisen, España.
- Vera et al. 1994. Estratigrafía, Principios y métodos
- Vera, S. 2017. Estratigrafía del volcánico Huambos entre los caseríos Yerba Buena chica y Maraypata, centro poblado Combayo. Cajamarca, Perú.

ANEXOS

ANEXO 01. PANEL FOTOGRÁFICO



Foto 42: Descripción petrográfica de elementos mineralógicos y composicionales en muestras de mano de roca volcánica, utilizando el Microscopio Estereoscópico Universal 8X-32X.



Foto 43: Muestras de roca y chips utilizados para estudios petrográficos de lámina delgada y análisis químicos. Recepción de las muestras en instalaciones de INGEMMET.



Foto 44: Pulpas para análisis ICP OES – ICP MS

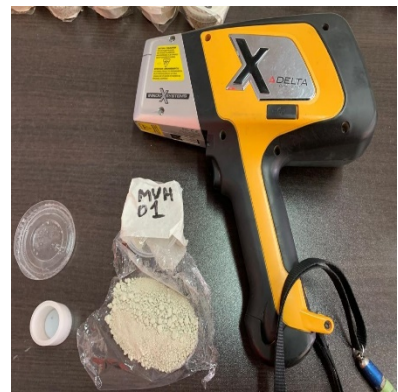


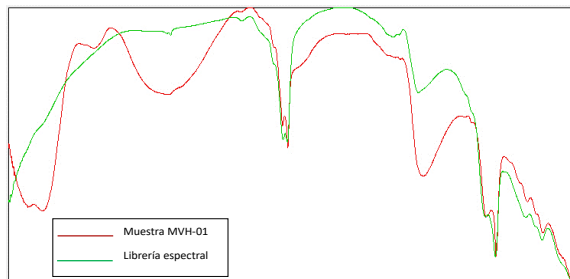
Foto 45: Pulpas y Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X, equipo Olympus Delta Premium.



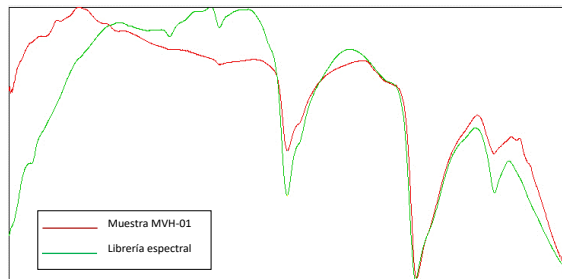
Foto 46: Afloramiento de óxidos de hierro y manganeso en la Formación Cajamarca “Gossan o Sombrero de Hierro”.

ANEXO 02. ESPECTROS DE REFLECTANCIA

MUESTRA MVH-01

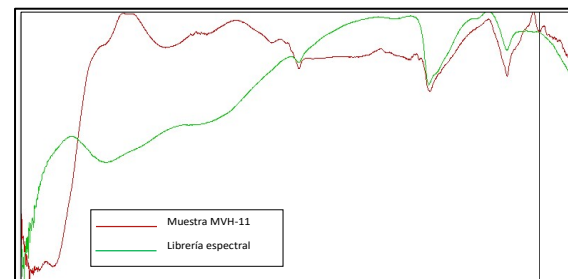


Lectura N°1: Caolinita + goethita

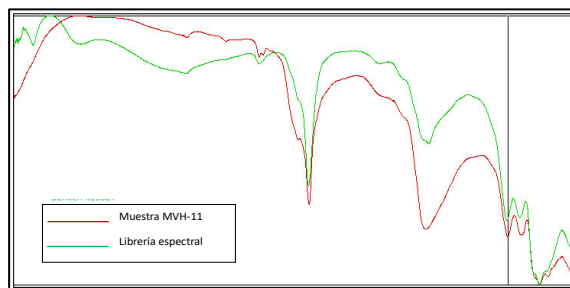


Lectura N°2: Montmorillonita

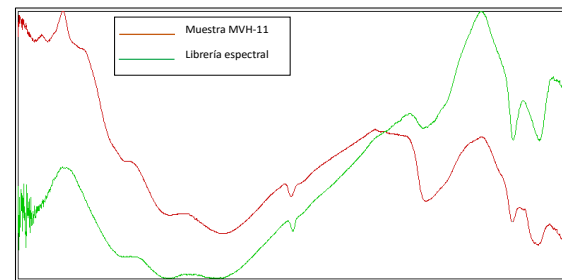
MUESTRA MVH-11



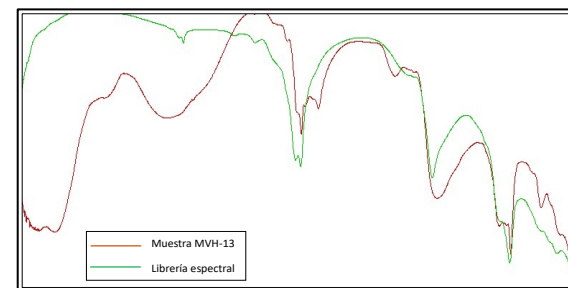
Lectura N°1: Illita + esmectita + sericita



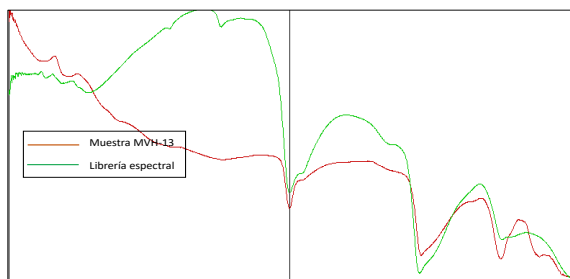
Lectura N°2: Prehnita.



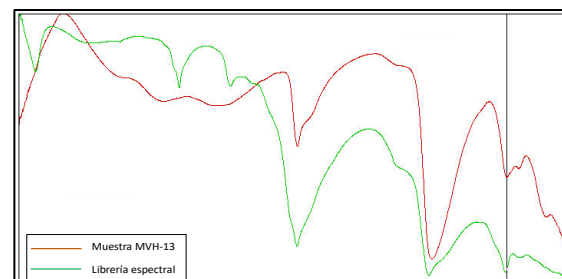
Lectura N°3: Clorita Férrica



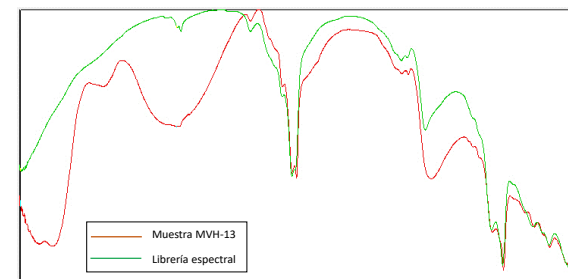
Lectura N°1: Caolinita.



Lectura N°2: Illita + esmectita + sílice

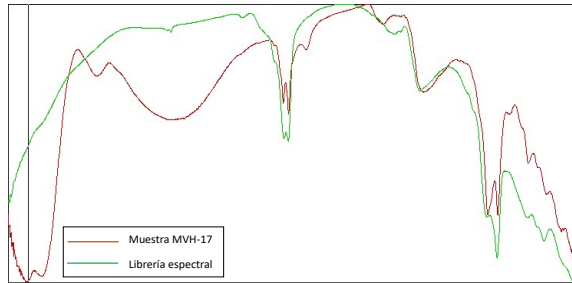


Lectura N°3: Clorita

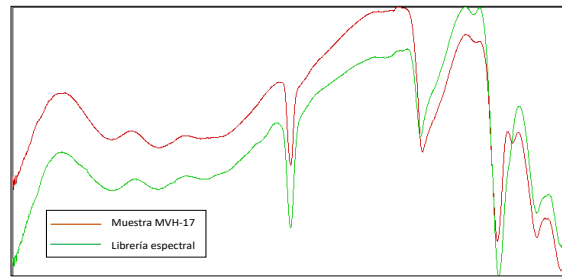


Lectura N°4: Caolinita + goethita.

MUESTRA MVH-17

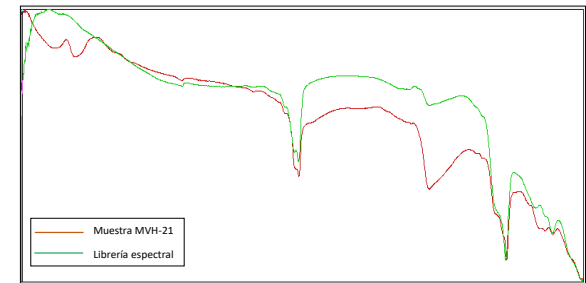


Lectura N°1: Caolinita

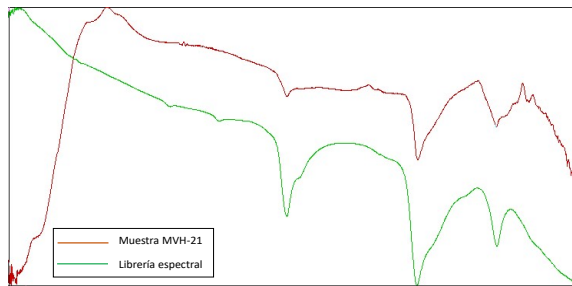


Lectura N°2: Illita + clorita

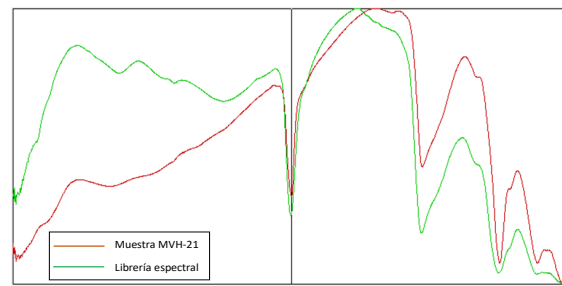
MUESTRA MVH-21



Lectura N°1: Caolinita

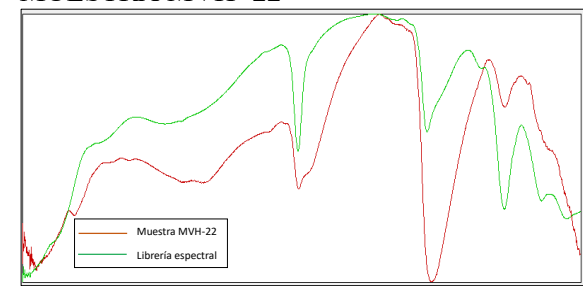


Lectura N°2: Montmorillonita

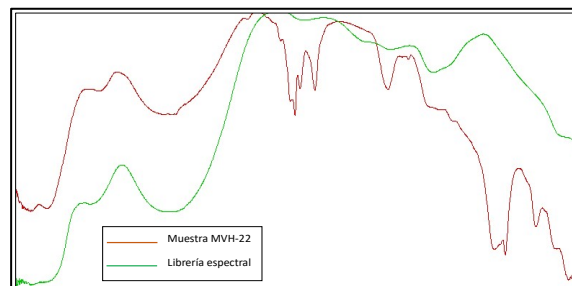


Lectura N°3: Caolinita + sericita

MUESTRA MVH -22

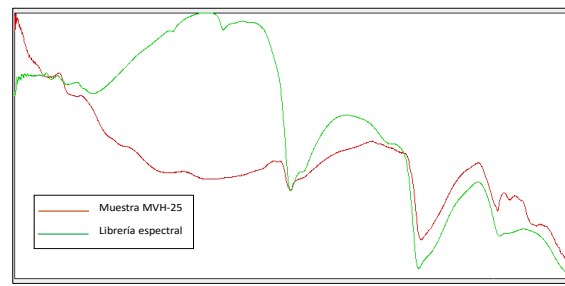


Lectura N°1: Illita + esmectita + sílice

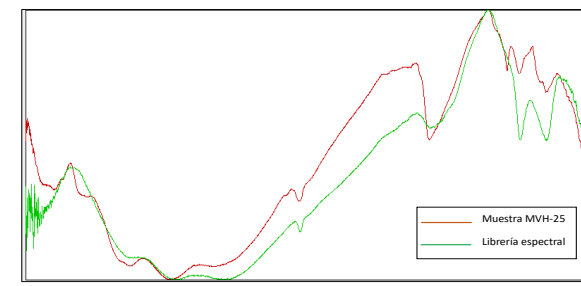


Lectura N°2: Goethita

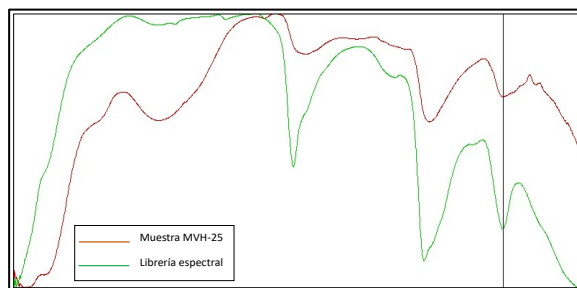
MUESTRA MVH-25



Lectura N°1: Sílice + calcita.

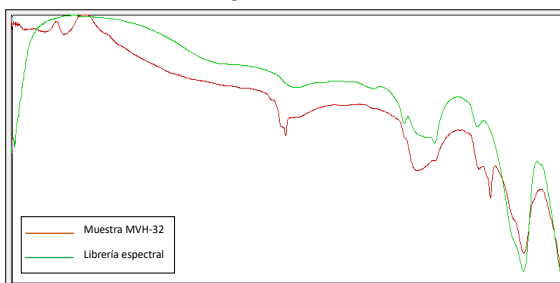


Lectura N°2: Clorita Férrica.

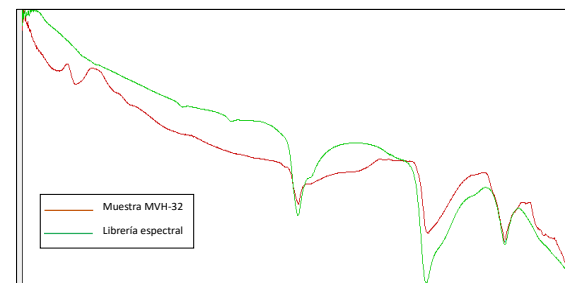


Lectura N°3: Illita + esmectita

MUESTRA MVH-32

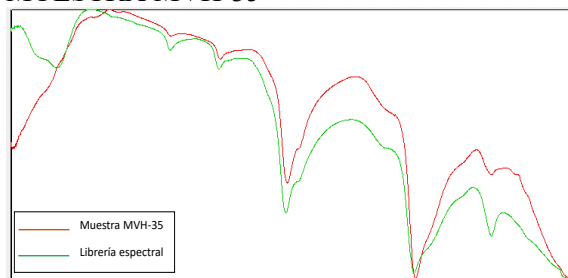


Lectura N°1: Caolinita

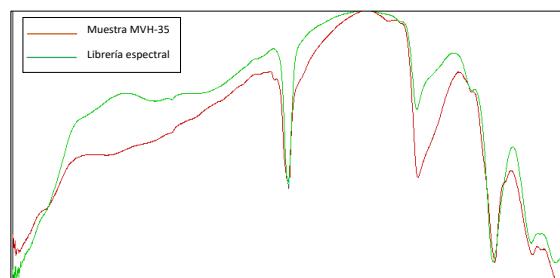


Lectura N°2: Montmorillonita + sílice.

MUESTRA MVH-35





Lectura N°1: Montmorillonita





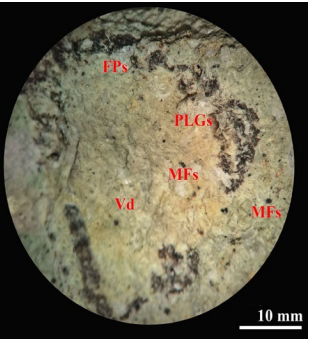
Lectura N°2: Caolinita + illita

ANEXO 03. FORMATOS DE CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

FORMATO PETROGRÁFICO DE DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS											
Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "											
I. ASPECTOS GENERALES		II. REGISTRO FOTOGRÁFICO									
Código de muestra <h1 style="margin: 0;">MVH-01</h1>	Ubicación <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Dpto.</td><td>Cajamarca</td></tr> <tr><td>Prov.</td><td>Cajamarca</td></tr> <tr><td>Dtto.</td><td>Encañada</td></tr> <tr><td>C.P.</td><td>Combayo- Apalín Alto</td></tr> </table>	Dpto.	Cajamarca	Prov.	Cajamarca	Dtto.	Encañada	C.P.	Combayo- Apalín Alto	 <p style="text-align: center;">1. Afloramiento</p>	 <p style="text-align: center;">2. Muestra de mano</p>
Dpto.	Cajamarca										
Prov.	Cajamarca										
Dtto.	Encañada										
C.P.	Combayo- Apalín Alto										
Unidad litoestratigráfica Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento III) Neógeno -Mioceno		Fecha / Código foto. 14/03/22 _DSC02040									
Tipo de muestra Muestra de mano de superficie	Tipo de roca Vulcanoclástica	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g E: 784260 m, N:9220152 m, C:3366 m.s.n.m									
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO											
Color	Gris claro violáceo	Tipo de meteorización	Mecánica / Biológica								
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada								
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS											
Color (Superficie Fresca)	Gris claro violáceo										
Dureza Mohs (Promedio)	2,5-3										
Fractura	Irregular										
Brillo	Mate, terroso										
Reacciona con HCl (10%)	NO										
Según contenido de sílice	Intermedia										
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS											
Forma de los cristales	Subhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica								
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina								
Color (% Máficos)	Leucocrático	Tamaño de los cristales	2-2,5 mm (grano medio)								
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de tamaño	Inequigranular								
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA											
Depósito de flujos piroclásticos de pómez, ceniza y fragmentos de roca.											
VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS											
- Textura fina con débil argilización (alteración de plagioclasas a arcillas) - Líticos de hasta 0.8 cm. -Presencia de micas (flogopita (+5%) con lepidolita puntual).											
AUTOR : 7.1 STRECKEISEN (1979) 7.2 SCHMID (1981) 7.3 FISHER (1966)		MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA							
		Cuarzo (Cz) Feldespato potásico y/o alcalino (FPs) Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs) Máficos (MFs) Matriz (M) y otros (O)	Cz=5%; Cz(n)=12,20 % FPs=6%; FPs(n)=14,63% PGLs=25%; PGLs(n)=73,17% bt=8%; Hor=6% M y O=32%; OXs=5%; flg=7%	ANDESITA CALCOALCALINA							
		Vidrio (Vd) Fragmentos de rocas (Fr) Cristales (Cx)	Vd= 8% Fr=28% Cx=64%	TOBA CRISTALOLÍTICA							
		Bloques y bombas (Bb) (>64 mm) Lapilli (La) (64mm-2mm) Ceniza (Cnz) (<2mm)	Bb= 1% La=17% Cnz=82%	TOBA DE CENIZA							
HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos; flg: Flogopita											
Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba											

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO					
Código de muestra		Ubicación	Dpto.						
MVH-02			Prov.						Cajamarca
			dtto.						Encañada
			C.P.						Combayo- Apalín Alto
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.						
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento III) Neógeno -Mioceno			14/03/22 _DSC02045						
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g							
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 784613 m, N:9220216 m, C:3379 m.s.n.m							
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO									
Color	Gris claro	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica						
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada						
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS									
Color (Superficie Fresca)	Gris claro verdoso								
Dureza Mohs (Promedio)	2-2,5								
Fractura	Irregular								
Brillo	Mate, terroso								
Reacciona con HCl (10%)	NO								
Según contenido de sílice	Intermedia								
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS									
Forma de los cristales	Subhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica						
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina						
Color (% Máficos)	Leucocrático	Tamaño de los cristales	2-4,5 mm (grano medio)						
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de tamaño	Inequigranular						
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA									
Depósito de flujos piroclásticos de pómez y ceniza.									
VII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS									
-Dominio de cristales de biotitas en máficos con patinas de óxidos.									
- Alteración parcial de plagioclasas y arcillas (Cao). - Pómez de 1 a 3 cm.									
-Cristales de cuarzo aleatorios en toda la muestra.									
HCL: Acido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Homblenda; OXs:Oxidos									
				Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba					

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

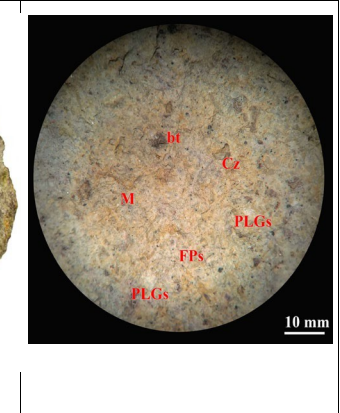
I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO			
Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca			
MVH-03			Prov.	Cajamarca			
			dtto.	Encañada			
			C.P.	Combayo- Bellavista Baja			
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.				
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento IV) Neógeno -Mioceno			14/03/22 DSC02050				
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g					
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 784693 m, N:9220286 m, C:3399 m.s.n.m					
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO							
Color	Gris oscuro violáceo	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica				
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada a alta				
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS							
Color (Superficie Fresca)	Gris claro violáceo						
Dureza Mohs (Promedio)	3,5-4						
Fractura	Irregular						
Brillo	Mate, terroso						
Reacciona con HCl (10%)	NO						
Según contenido de sílice	Intermedia						
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS							
Forma de los cristales	Subhedrales-Euhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica				
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina				
Color (% Máficos)	Leucocrático	Tamaño de los cristales	2,5-4 mm (grano medio)				
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de tamaño	Inequigranular				
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA							
Depósito de flujos piroclásticos de pómez, ceniza y fragmentos de roca.							
VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS							
AUTOR :		MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA		PORCENTAJE (%)		NOMBRE DE LA ROCA	
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)		Cz=5%; Cz(n)=11,63%		ANDESITA CALCOALCALINA		
	Feldespato potásico y/o alcalino (FPs)		FPs=8%; FPs(n)=18,60%				
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)		PGLs=30%; PGLs(n)=69,77%				
	Máficos (MFs)		bt=9%; Hor=8%				
		Matriz (M) y otros (O)		M y O=35%; OXs=5%			
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)		Vd= 9%		TOBA DE CRISTALES		
	Fragmentos de rocas (Fr)		Fr=7%				
	Cristales (Cx)		Cx=84%				
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)		Bb= 1%		TOBA DE CENIZA		
	Lapilli (La) (64mm-2mm)		La=4%				
	Ceniza (Cnz) (<2mm)		Cnz=95%				
VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS							
_ Cristales de feldespatos alcalinos (sanidina) conservados. _ Esporádica biotita > 3 cm. _ Pómez de 5 mm a 2 cm							
HCL: Ácido clorhídrico; bt: Biotita; Hor: Hornblenda; OXs: Óxidos							



1. Afloramiento



2. Muestra de mano



3. Imagen microscópica (32X)

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.



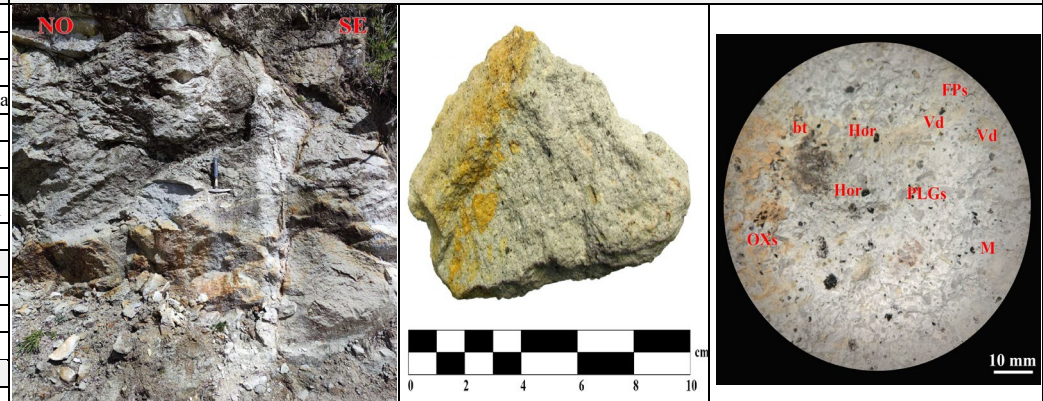
FORMATO PETROGRÁFICO DE DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES

Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca
MVH-04			Prov.	Cajamarca
			dtto.	Encañada
			C.P.	Combayo- Bellavista Baja
Unidad litoestratigráfica		Fecha / Código foto.		
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento IV) Neógeno -Mioceno		14/03/22 DSC02055		
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g		
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 784686 m, N:9220357 m, C:3406 m.s.n.m		

II. REGISTRO FOTOGRÁFICO



III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO

Color	Gris claro	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada

IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Color (Superficie Fresca)	Gris claro
Dureza Mohs (Promedio)	2,5-3
Fractura	Irregular
Brillo	Mate, terroso
Reacciona con HCl (10%)	NO
Según contenido de sílice	Intermedia

V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS

Forma de los cristales	Subhedrales-Euhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina
Color (% Máficos)	Leucocrático	Tamaño de los cristales	2-4,5 mm (grano medio)
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de tamaño	Inequigranular

VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA

Depósito de flujos piroclásticos de pómez y ceniza.

VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS

_Cristales de plagioclasas fracturados (parcial conservación)
 _Eventuales halos de arcillas en máficos.
 _Lapilli >2 cm

VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Cz=3%; Cz(n)=7,69%	ANDESITA CALCOALCALINA
	Feldespatos potásico y/o alcalino (FPs)	FPs=9%; FPs(n)=23,08%	
	Feldespatos Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=27%; PGLs(n)=69,23%	
	Máficos (MFs)	bt=9%; Hor=12%	
	Matriz (M) y otros (O)	M y O=33%; OXs=7%	
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd= 32%	TOBA CRISTALOVÍTREA
	Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=9%	
	Cristales (Cx)	Cx=63%	
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb= 2%	TOBA DE LAPILLI
	Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=32%	
	Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz=66%	

HCL: Acido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Homblenda; OXs:Oxidos

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO				
Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca				
MVH-05			Prov.	Cajamarca				
			dtto.	Encañada				
			C.P.	Combayo- Bellavista Baja				
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.					
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento IV) Neógeno -Mioceno			14/03/22		DSC02060			
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/ Carta 15g						
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 784509 m, N:9220484 m, C:3381 m.s.n.m						
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO								
Color	Gris claro	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica					
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Alta					
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS								
Color (Superficie Fresca)	Gris claro							
Dureza Mohs (Promedio)	3-3,5							
Fractura	Irregular							
Brillo	Mate, terroso							
Reacciona con HCl (10%)	NO							
Según contenido de sílice	Intermedia							
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS				VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS				
Forma de los cristales	Subhedrales-Euhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica	AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA	
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina	7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Cz=6%; Cz(n)=15,38%	ANDESITA CALCOALCALINA	
Color (% Máficos)	Leucocrático	Tamaño de los cristales	2,5-4 mm (grano medio)		Feldespato potasico y/o alcalino (FPs)	FPs=8%; FPs(n)=20,51%		
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de tamaño	Inequigranular		Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=25%; PGLs(n)=64,10%		
					Máficos (MFs)	bt=8%; Hor=10%		
				Matriz (M) y otros (O)	M y O=30%, OXs=5%; lpd=3%; flg=5%			
				7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd= 12%	TOBA DE CRISTALES	
					Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=5%		
					Cristales (Cx)	Cx=83%		
				7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb= 2%	TOBA DE CENIZA	
					Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=10%		
					Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz= 88%		
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA								
Depósito vulcanoclástico de avalancha de escombros.								
VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS								
- Máficos alterados a arcillas parcialmente.								
- Trazas de micas rellenando moldes de cristales removidos.								
				-Lapilli de pomez <3 cm				
HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Homblenda; OXs:Óxidos; flg= Flogopita; lpd:lepidolita				Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba				

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.



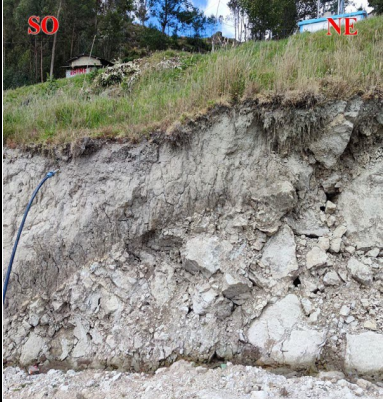

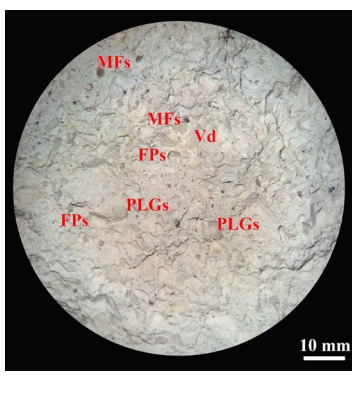
FORMATO PETROGRÁFICO DE DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES

Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca
MVH-06			Prov.	Cajamarca
			dtto.	Encañada
			C.P.	Combayo- Bellavista Baja
Unidad litoestratigráfica		Fecha / Código foto.	14/03/22_DSC02065	
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento III) Neógeno -Mioceno				
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/ Carta 15g		
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 784677 m, N:9220567 m, C:3360 m.s.n.m		

II. REGISTRO FOTOGRÁFICO

		
1. Afloramiento	2. Muestra de mano	3. Imagen microscópica (48X)

III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO

Color	Gris oscuro violáceo	Tipo de meteorización	Mecánica/Química
Grado de Alteración	Débil-moderada	Grado de fracturación	Alta

IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Color (Superficie Fresca)	Gris claro violáceo
Dureza Mohs (Promedio)	2,5-3
Fractura	Irregular
Brillo	Mate, terroso
Reacciona con HCl (10%)	NO
Según contenido de sílice	Intermedia

V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS

Forma de los cristales	Subhedrales-Anhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina
Color (% Máficos)	Leucocrático	Tamaño de los cristales	2-4,5 mm (grano medio)
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de tamaño	Inequigranular

VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA

Depósito vulcanoclástico de avalancha de escombros.

VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Cz=8%; Cz(n)=17,78%	ANDESITA CALCOALCALINA
	Feldespato potásico y/o alcalino (FPs)	FPs=9%; FPs(n)=20%	
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=28%; PGLs(n)=62,22%	
	Máficos (MFs)	bt=8%; Hor=6%	
	Matriz (M) y otros (O)	M y O=33%; OXs=3%;lpd=3%; flg=2%	
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd= 15%	TOBA DE CRISTALES
	Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=12%	
	Cristales (Cx)	Cx=73%	
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb= 4%	TOBA DE CENIZA
	Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=13%	
	Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz= 83%	

VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS

Moderada alteración argílica, se observa cristales de dickita-sericita.
 _Pómez de 0,4 a 1 cm.
 _Eventual presencia de fragmentos de roca volcanica. _Micas relleno moldes de Cx.



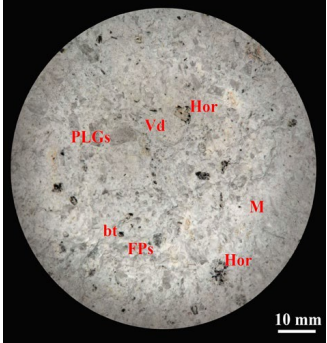
HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Homblanda; OXs:Óxidos; flg= Flogopita;lpd:lepidolita

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

UNC FORMATO PETROGRÁFICO DE DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS



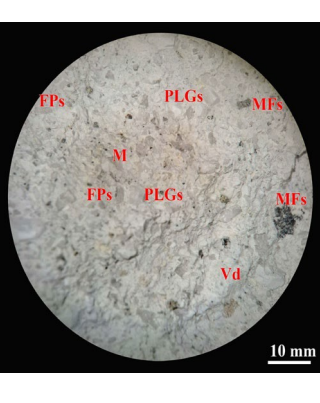

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO				
Código de muestra		Ubicación	Dpto.					
MVH-07			Prov.					
			dtto.					
			C.P.					
Unidad litoestratigráfica		Fecha / Código foto.						
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento III) Neógeno -Mioceno		14/03/22 _ DSC02070						
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g						
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 784612 m, N:9220635 m, C:3348 m.s.n.m						
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO								
Color	Gris oscuro violáceo	Tipo de meteorización	Mecánica / Biológica					
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada					
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS								
Color (Superficie Fresca)	Gris claro violáceo							
Dureza Mohs (Promedio)	2-2,5							
Fractura	Irregular							
Brillo	Mate, Terroso							
Reacciona con HCl (10%)	NO							
Según contenido de sílice	Intermedia							
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS								
Forma de los cristales	Subhedrales-Anhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica					
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina					
Color (% Máficos)	Leucocrático	Tamaño de los cristales	2,5-4 mm (grano medio)					
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de tamaño	Inequigranular					
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA								
Depósito de flujos piroclásticos de pómez, ceniza y fragmentos de roca.								
VIII. OBSERVACIONES Y ABBREVIATURAS								
Eventuales fenocristales de biotitas conservadas, homblenda parcialmente alterada (halos). Débil alteración de plagioclasas a arcillas. _Trazas de cristales de flogopita.				7.1 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb= 4%	TOBA DE CENIZA	
					Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=19%		
					Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz= 77%		
HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Homblenda; OXs:Óxidos; flg= Flogopita								

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "



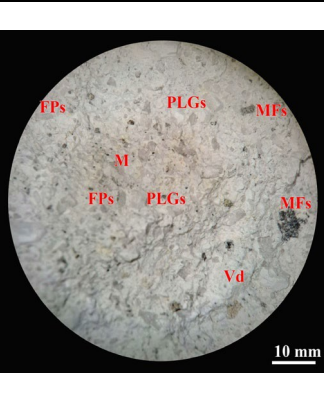
I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO				
Código de muestra		Ubicación	Dpto.					
MVH-08			Prov.					
			dtto.					
			C.P.					
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.					
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento III) Neógeno -Mioceno			14/03/22 _ DSC02075					
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/ Carta 15g						
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 784582 m, N:9220842 m, C:3323 m.s.n.m						
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO				VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS				
Color	Gris oscuro violáceo	Tipo de meteorización	Mecánica / Biológica	AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA	
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Alta					
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS				7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Cz=5%; Cz(n)=12,20%	ANDESITA CALCOALCALINA	
Color (Superficie Fresca)	Gris claro violáceo				Feldespatos potásico y/o alcalino (FPs)	FPs=8%; FPs(n)=19,51%		
Dureza Mohs (Promedio)	2.5				Feldespatosódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=28%; PGLs(n)=68,29%		
Fractura	Irregular				Máficos (MFs)	bt=9%; Hor=7%		
Brillo	Mate, terroso				Matriz (M) y otros (O)	M y O=30%; OXs=3%		
Reacciona con HCl (10%)	NO							
Según contenido de sílice	Intermedia							
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS				7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd= 30%	TOBA CRISTALOVÍTREA	
Forma de los cristales	Subhedrales-Anhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica		Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=4%		
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocrystalina		Cristales (Cx)	Cx=66%		
Color (% Máficos)	Leucocrático	Tamaño de los cristales	2-4 mm (grano medio)	7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb= 4%	TOBA DE CENIZA	
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de tamaño	Inequigranular		Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=16%		
					Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz=80%		
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA								
Depósito piroclástico de caída de pomez y ceniza.								
VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS								
_ Fenocristales de biotita > 1 cm.								
_ Cristales de hornblenda moderadamente alterados con reemplazamiento y halos de óxidos (limonita).								

HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO				
Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca				
MVH-09			Prov.	Cajamarca				
			dtto.	Encañada				
			C.P.	Combayo- Bellavista Baja				
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.					
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno			14/03/22_DSC02080					
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/ Carta 15g						
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 784679 m, N:9221060 m, C:3290 m.s.n.m						
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO								
Color	Gris oscuro	Tipo de meteorización	Mecánica / Biológica					
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada					
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS								
Color (Superficie Fresca)	Gris blanquecino							
Dureza Mohs (Promedio)	2,5-3							
Fractura	Irregular							
Brillo	Mate, terroso							
Reacciona con HCl (10%)	NO							
Según contenido de sílice	Intermedia							
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS								
Forma de los cristales	Subhedral-Anhedral	Grado de visibilidad	Subfanerítica					
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina					
Color (% Máficos)	Leucocrático	Tamaño de los cristales	2-5 mm (grano medio)					
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de tamaño	Inequigranular					
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA								
Depósito de flujos piroclásticos de bloques y ceniza.								
VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS								
AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA		PORCENTAJE (%)		NOMBRE DE LA ROCA			
7.1 STRECKEISEN (1979)	Feldespato potásico y/o alcalino (FPs)		FPs=10%; FPs(n)=27,78%		ANDESITA CALCOALCALINA			
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)		PGLs=20%; PGLs(n)=55,56%					
	Máficos (MFs)		bt=8%; Hor=7%					
	Matriz (M) y otros (O)		M y O=40%; OXs=2%;lpd=5%; flg=2%					
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)		Vd= 10%		TOBA DE CRISTALES			
	Fragmentos de rocas (Fr)		Fr=5%					
	Cristales (Cx)		Cx=85%					
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)		Bb= 5%		TOBA DE CENIZA			
	Lapilli (La) (64mm-2mm)		La=8%					
	Ceniza (Cnz) (<2mm)		Cnz= 87%					
VIII. OBSERVACIONES Y ABBREVIATURAS								
_Evidencia de microestructuras lenticulares. _ Esporádica sílice magmática (< 5%) _Leve alteración sericitica								
_Presencia de micas								

HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos

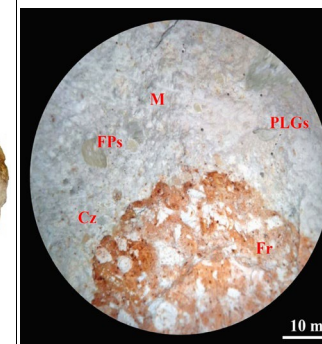
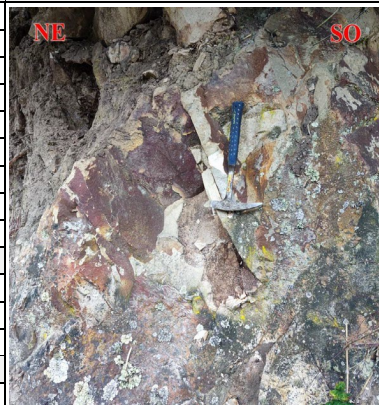
Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES

Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca
MVH-10			Prov.	Cajamarca
			dtto.	Encañada
			C.P.	Combayo- El Triunfo
Unidad litoestratigráfica		Fecha / Código foto.	14/03/22 _ DSC02085	
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento I) Neógeno -Mioceno				
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g		
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 784506 m, N:9221854 m, C:3252 m.s.n.m		

II. REGISTRO FOTOGRÁFICO


1. Afloramiento

2. Muestra de mano

3. Imagen microscopica (64X)

III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO

Color	Gris blanquesino/rojizo	Tipo de meteorización	Mecánica / Química
Grado de Alteración	Moderada	Grado de fracturación	Moderada

IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Color (Superficie Fresca)	Gris blanquecino		
Dureza Mohs (Promedio)	4,5-5		
Fractura	Irregular		
Brillo	Mate, terroso		
Reacciona con HCl (10%)	NO		
Según contenido de sílice	Ácida		

V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS

Forma de los cristales	Subhedrales-Anhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina
Color (% Máficos)	Hololeucocrático	Tamaño de los cristales	2-4,5 mm (grano medio)
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular

VII. CLASIFICACION DE ROCAS VOLCANICAS Y SUBVOLCANICAS



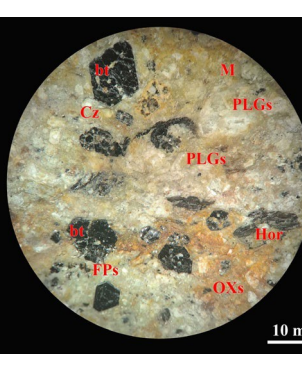
AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Cz= 16; Cz(n)=23,53%	DACITA
	Feldespato potásico y/o alcalino (FPs)	FPs=12%; FPs(n)=17,65%	
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=40%; PGLs(n)=58,82%	
	Máficos (MFs)	bt=3%; Hor=7%	
	Matriz (M) y otros (O)	M y O=14%; OXs=8%	
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd= 4%	TOBA CRISTALOLÍTICA
	Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=30%	
	Cristales (Cx)	Cx=66%	
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb= 6%	TOBA DE LAPILLI
	Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=30%	
	Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz= 64%	

HCL: Acido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Oxidos

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "



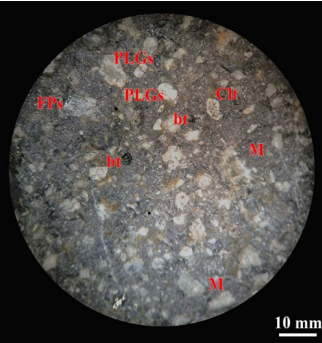
I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO				
Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca				
MVH-11			Prov.	Cajamarca				
			dtto.	Encañada				
			C.P.	Combayo- El Triunfo				
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.					
Intrusivos -Subvolcánicos del Mioceno			14/03/22 DSC02090					
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g						
Muestra de mano de superficie	Hipoabisal - subvolcánico	E: 784787 m, N:9222376 m, C:3199 m.s.n.m						
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO				  				
Color	Gris oscuro amarillento	Tipo de meteorización	Mecánica					
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada					
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS								
Color (Superficie Fresca)	Gris beige							
Dureza Mohs (Promedio)	5-5,5							
Fractura	Irregular							
Brillo	Vitreo							
Reacciona con HCl (10%)	NO							
Según contenido de sílice	Intermedia							
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS				VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS				
Forma de los cristales	Euhedrales-Subhedrales	Grado de visibilidad	Fanerítica		7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Cz= 5; Cz(n)=10,64%	ANDESITA CALCOALCALINA
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Holocristalina			Feldespatos potásico y/o alcalino (FPs)	FPs=10%; FPs(n)=21,28%	
Color (% Máficos)	Mesocrática	Tamaño de los cristales	3-6,5 mm (grano grueso)			Feldespatos Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=32%; PGLs(n)=68,09%	
Textura Macroscópica	Porfírica-Coherente	Relación de los tamaños	Inequigranular			Máficos (MFs)	bt=25%; Hor=15%	
				Matriz (M) y otros (O)		M y O=9%; OXs=4%		
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA				7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	-	N.A	
Subvolcánico intruyendo a los depósitos piroclásticos del Volcánico Huambos					Fragmentos de rocas (Fr)	-		
					Cristales (Cx)	-		
VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS				7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	-	N.A	
-Débil magnetismo. -Fenocristales de biotita > 6.5mm					Lapilli (La) (64mm-2mm)	-		
-Leve alteración de plagioclasas a arcillas (illita-esmectita), también se observan relleno de moldes de máficos.					Ceniza (Cnz) (<2mm)	-		

HCL: Ácido clorhídrico; N.A: No Aplica; bt: Biotita; Hor: Homblenda; OXs: Óxidos

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO																																					
Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca																																					
MVH-12			Prov.	Cajamarca																																					
			dtto.	Encañada																																					
			C.P.	Combayo- El Triunfo																																					
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.																																						
Intrusivos -Subvolcánicos del Mioceno			14/03/22 _ DSC02095																																						
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g																																							
Muestra de mano de superficie	Hipoabisal - subvolcánico	E: 785131 m, N:9222436 m, C:3185 m.s.n.m																																							
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO				  																																					
Color	Gris oscuro verduzco	Tipo de meteorización	Mecánica / Química																																						
Grado de Alteración	Moderada	Grado de fracturación	Moderada																																						
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS				VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS <table border="1"> <thead> <tr> <th>AUTOR :</th> <th>MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA</th> <th>PORCENTAJE (%)</th> <th>NOMBRE DE LA ROCA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">7.1 STRECKEISEN (1979)</td> <td>Cuarzo (Cz)</td> <td>Cz=5%; Cz(n)=10%</td> <td rowspan="4">ANDESITA CALCOALCALINA</td> </tr> <tr> <td>Feldespato potasico y/o alcalino (FPs)</td> <td>FPs=10%;FPs(n)=20%</td> </tr> <tr> <td>Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)</td> <td>PGLs=35%; PGLs(n)=70%</td> </tr> <tr> <td>Máficos (MFs)</td> <td>bt=18%; Hor=12%</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Matriz (M) y otros (O)</td> <td>M y O=11%, clt= 4%; py=5%</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">7.2 SCHMID (1981)</td> <td>Vidrio (Vd)</td> <td>-</td> <td rowspan="3">N.A</td> </tr> <tr> <td>Fragmentos de rocas (Fr)</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Cristales (Cx)</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">7.3 FISHER (1966)</td> <td>Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)</td> <td>-</td> <td rowspan="3">N.A</td> </tr> <tr> <td>Lapilli (La) (64mm-2mm)</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Ceniza (Cnz) (<2mm)</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>				AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA	7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Cz=5%; Cz(n)=10%	ANDESITA CALCOALCALINA	Feldespato potasico y/o alcalino (FPs)	FPs=10%;FPs(n)=20%	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=35%; PGLs(n)=70%	Máficos (MFs)	bt=18%; Hor=12%		Matriz (M) y otros (O)	M y O=11%, clt= 4%; py=5%		7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	-	N.A	Fragmentos de rocas (Fr)	-	Cristales (Cx)	-	7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	-	N.A	Lapilli (La) (64mm-2mm)	-	Ceniza (Cnz) (<2mm)	-
AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA																																						
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Cz=5%; Cz(n)=10%	ANDESITA CALCOALCALINA																																						
	Feldespato potasico y/o alcalino (FPs)	FPs=10%;FPs(n)=20%																																							
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=35%; PGLs(n)=70%																																							
	Máficos (MFs)	bt=18%; Hor=12%																																							
	Matriz (M) y otros (O)	M y O=11%, clt= 4%; py=5%																																							
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	-	N.A																																						
	Fragmentos de rocas (Fr)	-																																							
	Cristales (Cx)	-																																							
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	-	N.A																																						
	Lapilli (La) (64mm-2mm)	-																																							
	Ceniza (Cnz) (<2mm)	-																																							
Color (Superficie Fresca)	Gris oscuro																																								
Dureza Mohs (Promedio)	6-6,5																																								
Fractura	Irregular																																								
Brillo	Vítreo																																								
Reacciona con HCl (10%)	Débil																																								
Según contenido de sílice	Intermedia																																								
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS				VIII. OBSERVACIONES Y ABBREVIATURAS																																					
Forma de los cristales	Euhedrales-Subhedrales	Grado de visibilidad	Fanerítica																																						
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Holocristalina																																						
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	3-9 mm (grano grueso)																																						
Textura Macroscópica	Porfíritica-Coherente	Relación de los tamaños	Inequigranular																																						
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA				_ Reemplazamiento de máficos a arcillas y clorita puntual, moldes de cristales reemplazados por calcita, clorita y arcillas. _ Pirita diseminada.																																					
Subvolcánico intruyendo facies sedimentarias.																																									

HCL: Ácido clorhídrico; N.A: No Aplica; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos; clt: Clorita; py: Pirita

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

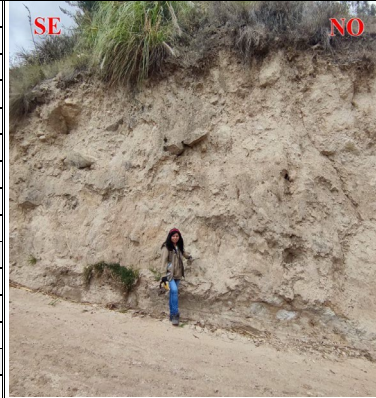
Fuente: Modificado de Arapa, 2020.



FORMATO PETROGRÁFICO DE DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

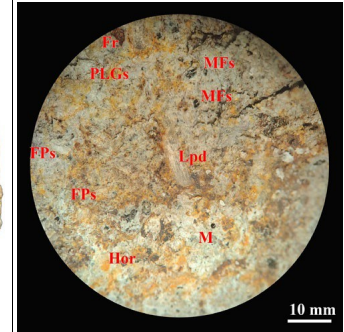
I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO			
Código de muestra	MVH-14	Ubicación	Dpto.	Cajamarca			
			Prov.	Cajamarca			
			dtto.	Encañada			
			C.P.	Combayo-Cashaloma			
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.				
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento I) Neógeno -Mioceno			21/03/22 _DSC02105				
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g					
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 786063 m, N:9219230 m, C:2956 m.s.n.m					
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO							
Color	Gris claro	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica				
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada				
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS							
Color (Superficie Fresca)	Gris blanquecino						
Dureza Mohs (Promedio)	3-3,5						
Fractura	Irregular						
Brillo	Mate, terroso						
Reacciona con HCl (10%)	NO						
Según contenido de sílice	Intermedia						
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS							
Forma de los cristales	Euhedrales-Subhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica				
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina				
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	2-4 mm (grano medio)				
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular				
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA							
Depósito de flujos piroclásticos de pómez, ceniza y bloques.							
VII. CLASIFICACION DE ROCAS VOLCANICAS Y SUBVOLCANICAS							
AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA		PORCENTAJE (%)		NOMBRE DE LA ROCA		
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)		Qz=4%; Qz(n)=9,76%		ANDESITA CALCOALCALINA		
	Feldespato potasico y/o alcalino (FPs)		FPs=9%;FPs(n)=21,95%				
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)		PGLs=28%; PGLs(n)=62,29%				
	Máficos (MFs)		bt=8%; Hor=5%				
	Matriz (M) y otros (O)		M y O=43%; OXs=3%				
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)		Vd= 6%		TOBA DE CRISTALES		
	Fragmentos de rocas (Fr)		Fr=4%				
	Cristales (Cx)		Cx=90%				
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)		Bb= 5%		TOBA DE CENIZA		
	Lapilli (La) (64mm-2mm)		La=6%				
	Ceniza (Cnz) (<2mm)		Cnz= 89%				
VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS							
Débil alteración argílica (reemplazamiento de plagioclasas a arcillas). -Cristales de feldespatos alcalinos (sanidina) conservados.							
Se identifica óxidos de hierro como limonita y goetita.							
HCL: Acido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Homblenda; OXs:Óxidos							



1. Afloramiento






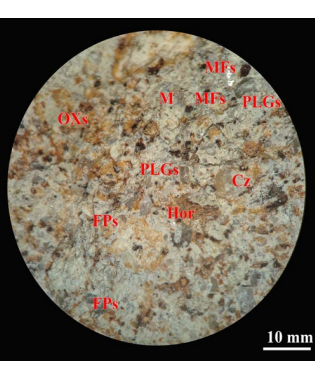
2. Muestra de mano



3. Imagen microscópica (48X)

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

 FORMATO PETROGRÁFICO DE DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS			
Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "			
I. ASPECTOS GENERALES		II. REGISTRO FOTOGRÁFICO	
Código de muestra <h1 style="text-align: center;">MVH-15</h1>	Ubicación	Dpto.	Cajamarca
		Prov.	Cajamarca
		dtto.	Encañada
		C.P.	Combayo-Cashaloma
Unidad litoestratigráfica		Fecha / Código foto.	
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento I) Neógeno -Mioceno		21/03/22 DSC02110	
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g	
Muestra de mano de superficie	Vulcanicástica	E: 786012 m, N:9219264 m, C:2969 m.s.n.m	
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO			
Color	Gris amarillento	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS			
Color (Superficie Fresca)	Gris oscuro amarillento		
Dureza Mohs (Promedio)	3-3,5		
Fractura	Irregular		
Brillo	Mate, terroso		
Reacciona con HCl (10%)	NO		
Según contenido de sílice	Intermedia		
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS			
Forma de los cristales	Euhedrales-Subhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica
Relación de los Cristales	Hípidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	2-5 mm (grano medio)
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA			
Depósito de bloques y ceniza (avalancha de escombros).			
VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS			
_Ocasional presencia de fragmentos líticos volcánicos y sedimentarios. _Moderada alteración y reemplazamiento de máficos por arcillas y moldes rellenos de óxidos _Flogopita y ledipolita parcialmente alterada y diseminada.			
1. Afloramiento 		2. Muestra de mano 	
		3. Imagen microscópica (48X) 	
VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS			
AUTOR:	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=4%; Qz(n)=11,43%	ANDESITA CALCOALCALINA
	Feldespato potásico y/o alcalino (FPsK)	FPs=10%; FPs(n)=28,57%	
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=21%; PGLs(n)=60%	
	Máficos (MFs)	bt=10%; Hor=7%	
	Matriz (M) y otros (O)	M y O=32%; OXs=7%; flg=4%; lpd=5%	
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd= 17%	TOBA DE CRISTALES
	Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=15%	
	Cristales (Cx)	Cx= 68%	
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb= 8%	TOBA DE CENIZA
	Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=5%	
	Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz= 87%	
HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Homblenda; OXs:Óxidos; flg:Flogopita; lpd:lepidolita			
Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba			



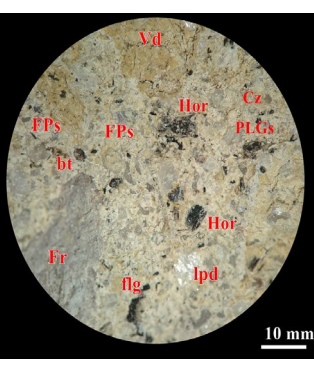
Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES

Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca
MVH-16			Prov.	Cajamarca
			dtto.	Encañada
			C.P.	Combayo-Cashaloma
Unidad litoestratigráfica		Fecha / Código foto.		
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno		21/03/22 DSC02115		
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/ Carta 15g		
Muestra de mano de superficie	Vulcanicástica	E: 785845 m, N:9219543 m, C:2998 m.s.n.m		

II. REGISTRO FOTOGRÁFICO

 <p>1. Afloramiento</p>	 <p>2. Muestra de mano</p>	 <p>3. Imagen microscópica (52X)</p>
---	--	--

III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO

Color	Gris claro	Tipo de meteorización	Mecánica/Química
Grado de Alteración	Débil-moderada	Grado de fracturación	Moderada

IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Color (Superficie Fresca)	Gris verdosa
Dureza Mohs (Promedio)	2-2,5
Fractura	Irregular
Brillo	Mate, terroso
Reacciona con HCl (10%)	NO
Según contenido de sílice	Intermedia

VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

AUTOR:	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=5%; Qz(n)=11,90%	ANDESITA CALCOALCALINA
	Feldespato potásico y/o alcalino (FPs)	FPs=10%;FPs(n)=23,81%	
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=27%; PGLs(n)=64,29%	
	Máficos (MFs)	bt=10%; Hor=8%	
	Matriz (M) y otros (O)	M y O=26%; OXs=4%; flg=3%;lpd=7%	
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd=18%	TOBA DE CRISTALES
	Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=5%	
	Cristales (Cx)	Cx=77%	
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb= 4%	TOBA DE CENIZA
	Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=12%	
	Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz= 84%	

VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA

Depósito de flujos piroclásticos de pómez y ceniza.

VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS

- Ocasional presencia de fragmentos líticos volcánicos y sedimentarios.
- Moderada alteración y reemplazamiento de máficos por arcillas y moldes rellenos de óxidos.
- Flogopita y ledipolita parcialmente alterada y diseminada.

HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos; flg= Flogopita;lpd:lepidolita

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO				
Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca				
MVH-17			Prov.	Cajamarca				
			dtto.	Encañada				
			C.P.	Combayo-Cashaloma				
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.					
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento I) Neógeno -Mioceno			21/03/22 _DSC02120					
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g						
Muestra de mano de superficie	Vulcaniclástica	E: 785812 m, N:9219742 m, C:3010 m.s.n.m						
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO								
Color	Gris claro amarillento	Tipo de meteorización	Mecánica/Química					
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Alta					
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS								
Color (Superficie Fresca)	Gris blanquecino							
Dureza Mohs (Promedio)	2-2,5							
Fractura	Irregular							
Brillo	Mate, terroso							
Reacciona con HCl (10%)	NO							
Según contenido de sílice	Intermedia							
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS				VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS				
Forma de los cristales	Euhedrales-Subhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica		AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina		7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Oz=6%; Oz(n)=14,63%	ANDESITA CALCOALCALINA
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	2-4 mm (grano medio)			Feldespatos potásico y/o alcalino (FPs)	FPs=7%;FPs(n)=17,07%	
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular			Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=28%; PGLs(n)=68,29%	
				Máficos (MFs)		bt=10%; Hor=9%		
				Matriz (M) y otros (O)	M y O=34%; OXs=6%			
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA								
Depósito de flujos piroclásticos de bloques y cenizas				7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd= 12%	TOBA DE CRISTALES	
					Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=18%		
					Cristales (Cx)	Cx=70%		
VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS								
- Cristales de Plagioclasa desarrollada (se observó predominancia de albita)				7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb= 9%	TOBA DE CENIZA	
- Eventuales fragmentos porfíricos.					Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=18%		
- Arcillas: illita - esmectita					Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz= 73%		

HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Homblenda; OXs:Óxidos

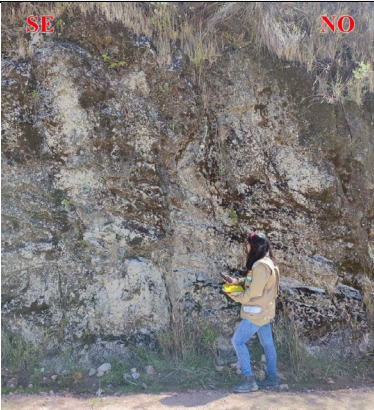

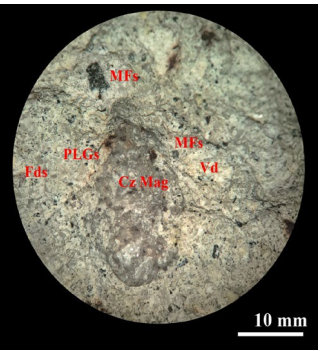
Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.



FORMATO PETROGRÁFICO DE DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "



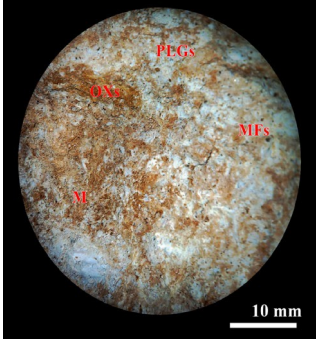
I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO																																			
Código de muestra	Ubicación	Dpto.	Cajamarca																																				
MVH-19		Prov.	Cajamarca																																				
		dtto.	Encañada																																				
		C.P.	Combayo-Bellavista Alta																																				
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.																																				
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno			21/03/22 _ DSC02130																																				
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g																																					
Muestra de mano de superficie	Vulcanioclástica	E: 785083 m, N:9223122 m, C:3350 m.s.n.m																																					
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO				1. Afloramiento 2. Muestra de mano 3. Imagen microscópica (48X)																																			
Color	Gris oscuro	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica																																				
Grado de Alteración	Débil - moderada	Grado de fracturación	Alta																																				
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS				VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS																																			
Color (Superficie Fresca)	Gris verdoso																																						
Dureza Mohs (Promedio)	2,5-3																																						
Fractura	Irregular																																						
Brillo	Mate, terroso																																						
Reacciona con HCl (10%)	NO																																						
Según contenido de sílice	Intermedia																																						
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">AUTOR :</th> <th style="width: 35%;">MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA</th> <th style="width: 20%;">PORCENTAJE (%)</th> <th style="width: 30%;">NOMBRE DE LA ROCA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">7.1 STRECKEISEN (1979)</td> <td>Cuarzo (Cz)</td> <td>Qz=15%; Qz(n)=26,32%</td> <td rowspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;">DACITA</td> </tr> <tr> <td>Feldespato potásico y/o alcalino (FPs)</td> <td>FPs=7%;FPs(n)=12,28%</td> </tr> <tr> <td>Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)</td> <td>PGLs=35%; PGLs(n)=61,40%</td> </tr> <tr> <td>Máficos (MFs)</td> <td>bt=9%; Hor=7%</td> </tr> <tr> <td>Matriz (M) y otros (O)</td> <td>M y O=21%; OXs=2%; flg=4%</td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">7.2 SCHMID (1981)</td> <td>Vidrio (Vd)</td> <td>Vd= 28%</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">TOBA CRISTALOVÍTREA</td> </tr> <tr> <td>Fragmentos de rocas (Fr)</td> <td>Fr=7%</td> </tr> <tr> <td>Cristales (Cx)</td> <td>Cx=65%</td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">7.3 FISHER (1966)</td> <td>Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)</td> <td>Bb= 6%</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">TOBA DE LAPILLI</td> </tr> <tr> <td>Lapilli (La) (64mm-2mm)</td> <td>La=28%</td> </tr> <tr> <td>Ceniza (Cnz) (<2mm)</td> <td>Cnz= 66%</td> </tr> </tbody> </table>				AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA	7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=15%; Qz(n)=26,32%	DACITA	Feldespato potásico y/o alcalino (FPs)	FPs=7%;FPs(n)=12,28%	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=35%; PGLs(n)=61,40%	Máficos (MFs)	bt=9%; Hor=7%	Matriz (M) y otros (O)	M y O=21%; OXs=2%; flg=4%	7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd= 28%	TOBA CRISTALOVÍTREA	Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=7%	Cristales (Cx)	Cx=65%	7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb= 6%	TOBA DE LAPILLI	Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=28%	Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz= 66%
AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA																																				
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=15%; Qz(n)=26,32%	DACITA																																				
	Feldespato potásico y/o alcalino (FPs)	FPs=7%;FPs(n)=12,28%																																					
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=35%; PGLs(n)=61,40%																																					
	Máficos (MFs)	bt=9%; Hor=7%																																					
Matriz (M) y otros (O)	M y O=21%; OXs=2%; flg=4%																																						
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd= 28%	TOBA CRISTALOVÍTREA																																				
	Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=7%																																					
	Cristales (Cx)	Cx=65%																																					
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb= 6%	TOBA DE LAPILLI																																				
	Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=28%																																					
	Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz= 66%																																					
Forma de los cristales	Subhedrales-Anhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica																																				
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina																																				
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	2-3,5mm (grano medio)																																				
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular																																				
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA				VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS																																			
Depósito piroclástico de caída de pómez y ceniza.																																							
Evidencia de sílice magmática (Cz Mag).																																							
Fenocristales de biotita y hornblenda moderadamente conservados.				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td colspan="4">-Moderada alteración argílica (reemplazamiento de plagioclasas a arcillas).</td> </tr> </tbody> </table>				-Moderada alteración argílica (reemplazamiento de plagioclasas a arcillas).																															
-Moderada alteración argílica (reemplazamiento de plagioclasas a arcillas).																																							
-Moderada alteración argílica (reemplazamiento de plagioclasas a arcillas).																																							

HCL: Ácido clorhídrico; bt: Biotita; Hor: Hornblenda; OXs: Oxidos; Cz Mag.: Sílice magmática

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO					
Código de muestra		Ubicación	Dpto.						
MVH-20			Prov.						Cajamarca
			dtto.						Encañada
			C.P.						Combayo-Bellavista Baja
Unidad litoestratigráfica		Fecha / Código foto.							
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento III) Neógeno -Mioceno		21/03/22 DSC02135							
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/ Carta 15g							
Muestra de mano de superficie	Vulcaniclastica	E: 784362 m, N:9222922 m, C:3372 m.s.n.m							
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO									
Color	Gris parduzco	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica						
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada						
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS									
Color (Superficie Fresca)	Gris oscuro violáceo								
Dureza Mohs (Promedio)	4-4,5								
Fractura	Irregular								
Brillo	Mate, terroso								
Reacciona con HCl (10%)	NO								
Según contenido de sílice	Intermedia								
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS									
Forma de los cristales	Subhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica						
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina						
Color (% Máficos)	Hololeucocrática	Tamaño de los cristales	2-4,5mm (grano medio)						
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular						
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA									
Depósito de flujos piroclásticos de pómez, ceniza y fragmentos de roca.									
VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS									
_Moldes de homblenda y biotitas rellenos con arcillas (moderada alteración argílica).									
_Matriz ligeramente silificada.									
HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos				Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba					

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.



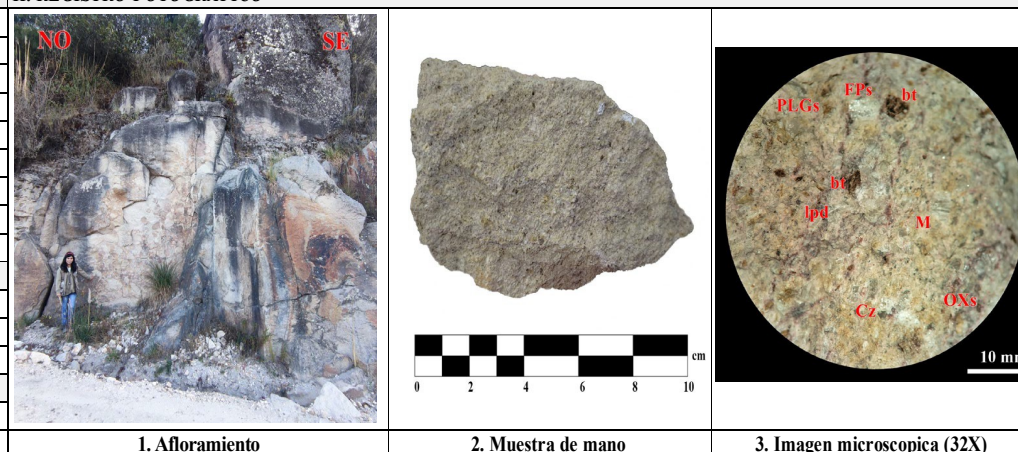
FORMATO PETROGRÁFICO DE DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES

Código de muestra	Ubicación	Dpto.	Cajamarca
MVH-21		Prov.	Cajamarca
		dtto.	Encañada
		C.P.	Combayo-Bellavista Alta
Unidad litoestratigráfica		Fecha / Código foto.	
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento III) Neógeno -Mioceno		21/03/22 _ DSC02140	
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g	
Muestra de mano de superficie	Vulcaniclastica	E: 783259 m, N:9222331 m, C:3400 m.s.n.m	

II. REGISTRO FOTOGRÁFICO



III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO

Color	Gris rosado	Tipo de meteorización	Mecánica/Química
Grado de Alteración	Débil-moderada	Grado de fracturación	Moderada

IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Color (Superficie Fresca)	Gris blanquecino
Dureza Mohs (Promedio)	4-4,5
Fractura	Irregular
Brillo	Mate, terroso
Reacciona con HCl (10%)	NO
Según contenido de sílice	Intermedia

V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS

Forma de los cristales	Subhedrales-Anhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina
Color (% Máficos)	Hololeucocrática	Tamaño de los cristales	2-2,5mm (grano medio)
Textura Macroscópica	Fragmental-Eutaxítica	Relación de los tamaños	Inequigranular

VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA

Depósito de flujos piroclásticos de pómez, ceniza y fragmentos de roca.

VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS

_ Matriz soldada . _ Se observa flujos de óxidos (hematita, goetita).
_ Cristales de plagioclasas conservados (albita)

VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=5%; Qz(n)=13,89%	ANDESITA CALCOALCALINA
	Feldespato potasico y/o alcalino (FPs)	FPs=8%;FPs(n)=22,22%	
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=23%; PGLs(n)=63,89%	
	Máficos (MFs)	bt=3%; Hor=6%	
	Matriz (M) y otros (O)	M y O=48%; OXs=7%	
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd= 4%	TOBA CRISTALOLÍTICA
	Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=34%	
	Cristales (Cx)	Cx=62%	
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb= 3%	TOBA DE CENIZA
	Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=8%	
	Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz= 89%	

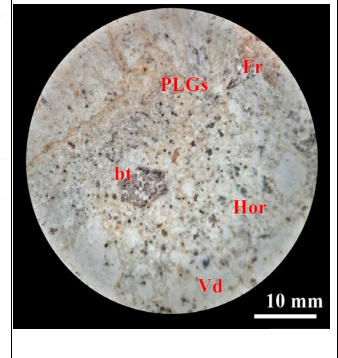
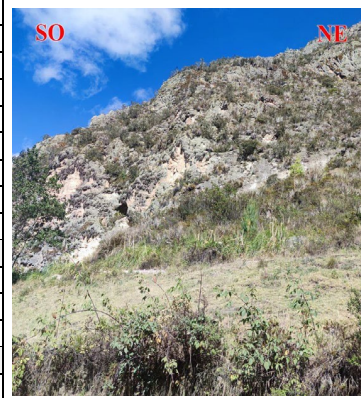
HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO			
Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca			
MVH-22			Prov.	Cajamarca			
			dtto.	Encañada			
			C.P.	Combayo-Bellavista Alta			
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.				
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento IV) Neógeno -Mioceno			21/03/22 _DSC02145				
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g					
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 784311 m, N:9220204 m, C:3365 m.s.n.m					
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO							
Color	Gris rosado	Tipo de meteorización	Mecánica/Química				
Grado de Alteración	Moderada	Grado de fracturación	Moderada				
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS							
Color (Superficie Fresca)	Gris blanquecino rosado						
Dureza Mohs (Promedio)	3-3,5						
Fractura	Irregular						
Brillo	Mate, terroso						
Reacciona con HCl (10%)	NO						
Según contenido de silice	Intermedia						
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS							
Forma de los cristales	Subhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica				
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina				
Color (% Máficos)	Hololeucocrática	Tamaño de los cristales	2-5mm (grano medio)				
Textura Macroscópica	Fragmental-Eutaxítica	Relación de los tamaños	Inequigranular				
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA							
Depósito de flujos piroclásticos de pómez, ceniza y fragmentos de roca							
VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS							
AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA		PORCENTAJE (%)		NOMBRE DE LA ROCA		
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)		Qz=7%; Qz(n)=16,67%		ANDESITA CALCOALCALINA		
	Feldespato potásico y/o alcalino (FPs)		FPs=9%;FPs(n)=21,43%				
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)		PGLs=26%; PGLs(n)=61,9%				
	Máficos (MFs)		bt=5%; Hor=3%				
	Matriz (M) y otros (O)		M y O=41%; OXs=9%				
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)		Vd= 35%		TOBA CRISTALOVÍTREA		
	Fragmentos de rocas (Fr)		Fr=10%				
	Cristales (Cx)		Cx=55%				
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)		Bb= 7%		TOBA DE CENIZA		
	Lapilli (La) (64mm-2mm)		La=20%				
	Ceniza (Cnz) (<2mm)		Cnz=73%				
_ Fragmentos de pomez alineados. _ Eventuales líticos porfíricos en una masa vítrea y de cristales. -Ojos de cuarzo <6%. -Matriz moderadamente silificada con reemplazamiento de plagioclasa.							



HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Homblenda; OXs:Óxidos

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.



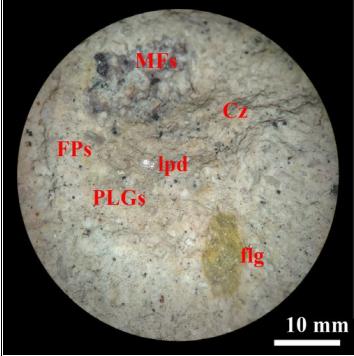
Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO				
Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca				
MVH-23			Prov.	Cajamarca				
			dtto.	Encañada				
			C.P.	Combayo-Apalín Alto				
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.					
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento III) Neógeno -Mioceno			21/03/22 _ DSC02170					
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g						
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 784493 m, N:9220180 m, C:3345 m.s.n.m						
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO								
Color	Gris amarillento	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica					
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada a alta					
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS								
Color (Superficie Fresca)	Gris claro violáceo							
Dureza Mohs (Promedio)	2-2,5							
Fractura	Irregular							
Brillo	Mate, terroso							
Reacciona con HCl (10%)	NO							
Según contenido de sílice	Intermedia							
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS								
Forma de los cristales	Subhedral-Anhedral	Grado de visibilidad	Subfanerítica					
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina					
Color (% Máficos)	Hololeucocrática	Tamaño de los cristales	2-2,5mm (grano medio)					
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular					
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLOGICA								
Depósito de flujos piroclásticos de pómez, ceniza y fragmentos de roca.								
VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS								
AUTOR :		MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA		PORCENTAJE (%)		NOMBRE DE LA ROCA		
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)		Qz=5%; Qz(n)=12,82%		ANDESITA CALCOALCALINA			
	Feldespato potásico y/o alcalino (FPs)		FPs=10%;FPs(n)=25,64%					
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)		PGLs=24%; PGLs(n)=61,54%					
	Máficos (MFs)		bt=5%; Hor=4%					
		Matriz (M) y otros (O)		M y O=37%; OXs=5%; lpd=3%; flg=7%				
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)		Vd= 15%		TOBA DE CRISTALES			
	Fragmentos de rocas (Fr)		Fr=8%					
	Cristales (Cx)		Cx=77%					
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)		Bb= 3%		TOBA DE CENIZA			
	Lapilli (La) (64mm-2mm)		La=4%					
	Ceniza (Cnz) (<2mm)		Cnz=93%					
VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS								
_Débil argilización de cristales de plagioclasas (esmectita-illita-caolinita).								
_Dentro de los máficos encontrados, se observa halos de reemplazamiento en los cristales de hornblenda.								
-Óxidos en su mayoría limonitas. -Trazas de Cx de micas.								
HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos; flg: Flogopita; lpd: Lepidolita								

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

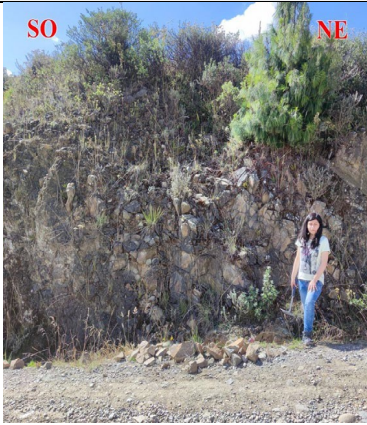

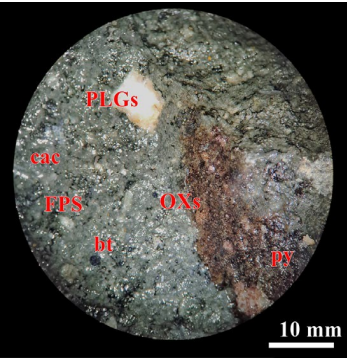
Fuente: Modificado de Arapa, 2020

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO				
Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca				
MVH-24			Prov.	Cajamarca				
			dtto.	Encañada				
			C.P.	Combayo-Apalín Alto				
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.					
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento III) Neógeno -Mioceno			30/05/22 DSC02175					
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g						
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 784309 m, N:9220145 m, C:3365 m.s.n.m						
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO				VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS				
Color	Gris amarillento	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica		1. Afloramiento	2. Muestra de mano	3. Imagen microscopica (56X)	
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada a alta					
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS				AUTOR :				
Color (Superficie Fresca)	Gris claro violáceo			MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA		PORCENTAJE (%)		NOMBRE DE LA ROCA
Dureza Mohs (Promedio)	2,5-3			7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=4%; Qz(n)=11,11%		ANDESITA CALCOALCALINA
Fractura	Irregular				Feldespato potásico y/o alcalino (FPs)	FPs=5%;FPs(n)=13,89%		
Brillo	Mate, terroso				Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=27%; PGLs(n)=75%		
Reacciona con HCl (10%)	NO				Máficos (MFs)	bt=7%; Hor=9%		
Según contenido de sílice	Intermedia			Matriz (M) y otros (O)	M y O=29%; OXs=3%; lpd=6%; flg=7%; clt=3%			
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS				7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd= 8%		TOBA CRISTALOLÍTICA
Forma de los cristales	Subhedrales-Anhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica		Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=33%		
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina		Cristales (Cx)	Cx=59%		
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	2-4 mm (grano medio)					
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular	7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb= 4%		TOBA DE CENIZA
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA					Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=10%		
Depósito de flujos piroclásticos de pómez, ceniza y fragmentos de roca.					Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz=86%		
VIII.OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS								
Evidencia de débil alteración filica (cuarzo-sericita) reemplazo de cristales de biotita a clorita.								
_Oquedades y moldes de cristales rellenos de óxidos. _Presencia de micas								
HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos; flg: Flogopita;lpd:lepidolita; clt:clorita				Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba				

Fuente: Modificado de Arapa, 2020

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO			
Código de muestra		Ubicación	Dpto.	  			
MVH-25			Prov.				
			dtto.				
			C.P.				
Unidad litoestratigráfica		Fecha / Código foto.					
Intrusivos -Subvolcánicos del Mioceno		30/05/22 _ DSC02180					
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g					
Muestra de mano de superficie	Hipoabisal - subvolcánico	E: 787436 m, N:9223062 m, C:3517 m.s.n.m					
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO				1. Afloramiento			
Color	Gris oscuro verdoso	Tipo de meteorización	Química	2. Muestra de mano			
Grado de Alteración	Moderada	Grado de fracturación	Moderada	3. Imagen microscopica (52X)			
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS				VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS			
Color (Superficie Fresca)	Gris oscuro verdoso			AUTOR :			
Dureza Mohs (Promedio)	6-6,5			MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA			
Fractura	Irregular			PORCENTAJE (%)			
Brillo	Vitreo			NOMBRE DE LA ROCA			
Reacciona con HCl (10%)	SI			7.1			
Según contenido de sílice	Intermedia			STRECKEISEN (1979)			
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS				7.2 SCHMID (1981)			
Forma de los cristales	Euهدral - Subهدral	Grado de visibilidad	Fanerítica	Vidrio (Vd)			
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina	Fragmentos de rocas (Fr)			
Color (% Máficos)	Mesocrática	Tamaño de los cristales	4-9,5 mm (grano grueso)	Cristales (Cx)			
Textura Macroscópica	Porfíritica - Coherente	Relación de los tamaños	Inequigranular	-			
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA				7.3 FISHER (1966)			
Subvolcánico intruyendo facies sedimentarias.				Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)			
				Lapilli (La) (64mm-2mm)			
				Ceniza (Cnz) (<2mm)			
				-			
VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS							
_ Débil cloritización y carbonatación. _ Halos metamórficos por contacto con rocas calcáreas.							
_ Cristales de ferromagnesianos reemplazados por cloritas y calcita.							

HCL: Ácido clorhídrico; N.A: No Aplica; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos; clt: Clorita; cac:Calcita

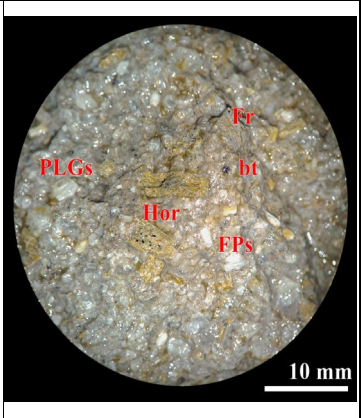
Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO			
Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca			
MVH-26			Prov.	Cajamarca			
			dtto.	Encañada			
			C.P.	Combayo-Cashapampa			
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.				
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno			30/05/22 DSC02185				
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g					
Muestra de mano de superficie	Volcánico	E: 787293 m, N:9221179 m, C:3245 m.s.n.m					
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO							
Color	Gris parduzco	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica				
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Alta				
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS							
Color (Superficie Fresca)	Gris oscuro						
Dureza Mohs (Promedio)	4,5-5						
Fractura	Irregular						
Brillo	Vitreo						
Reacciona con HCl (10%)	NO						
Según contenido de sílice	Intermedia						
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS							
Forma de los cristales	Subhedral-Anhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica				
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina				
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	3-3,5 mm (grano medio)				
Textura Macroscópica	Porfirítica	Relación de los tamaños	Inequigranular				
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA							
Depósito de bloques y ceniza (avalancha de escombros).							
VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS							
_Matriz muy soldada. _Cristales de micas con predominio de flogopita ligeramente alterada.							
-Se evidencia cristales de hornblenda moderadamente alterados con reemplazamiento de trazas de clorita y micas.							
_ Fenocristales de biotita conservadas de hasta 0,5 cm.							
HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos; flg: Flogopita;lpd:lepidolita							

AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=7%; Qz(n)=14%	ANDESITA CALCOALCALINA
	Feldespato potasico y/o alcalino (FPs)	FPs=8%;FPs(n)=16%	
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=35%; PGLs(n)=70%	
	Máficos (MFs)	bt=5%; Hor=10%	
	Matriz (M) y otros (O)	M y O=31%; lpd=2%; flg=2%	
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	-	N.A
	Fragmentos de rocas (Fr)	-	
	Cristales (Cx)	-	
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	-	N.A
	Lapilli (La) (64mm-2mm)	-	
	Ceniza (Cnz) (<2mm)	-	





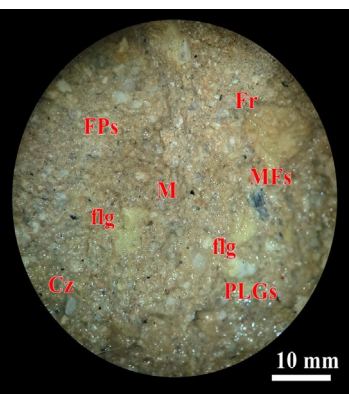
1. Afloramiento

2. Muestra de mano

3. Imagen microscópica (52X)

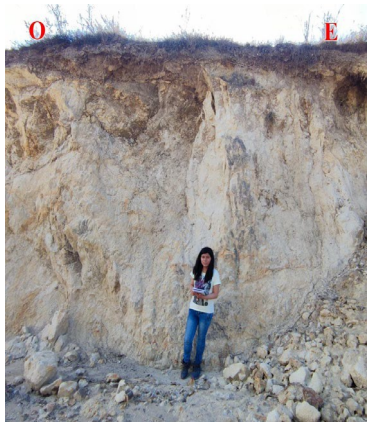

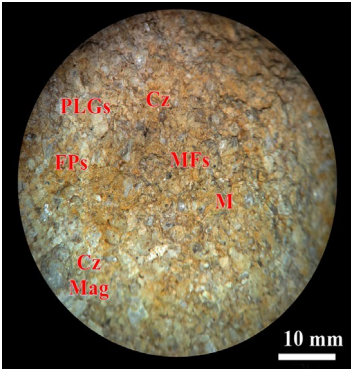
Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

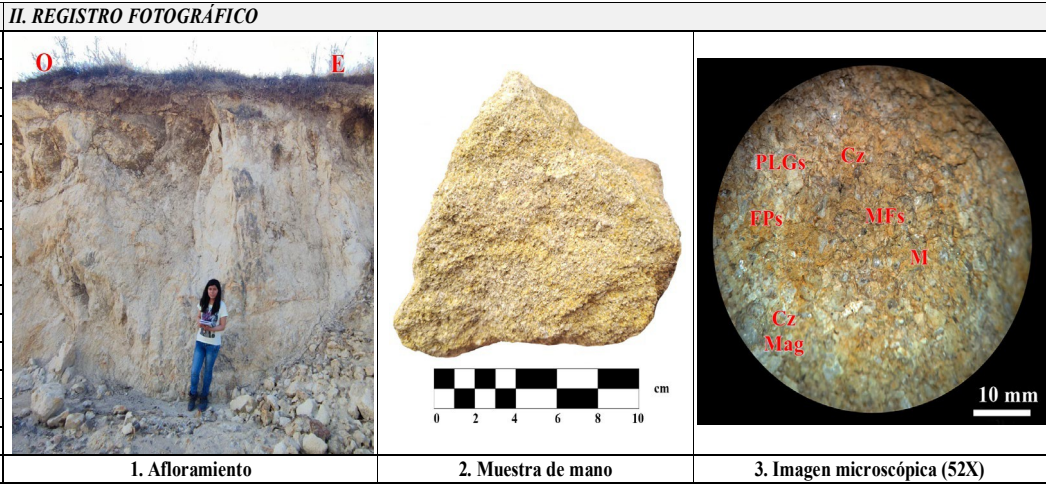
Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO				
Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca				
MVH-27			Prov.	Cajamarca				
			dtto.	Encañada				
			C.P.	Combayo-Cashapampa				
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.					
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno			30/05/22 _ DSC02190					
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g						
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 787293 m, N:9221179 m, C:3245 m.s.n.m						
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO								
Color	Gris parduzco	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica					
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Alta					
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS								
Color (Superficie Fresca)	Gris amarillenta							
Dureza Mohs (Promedio)	3,5-4							
Fractura	Irregular							
Brillo	Mate, terroso							
Reacciona con HCl (10%)	NO							
Según contenido de sílice	Intermedia							
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS								
Forma de los cristales	Subhedrales-Anhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica					
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina					
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	2-3,5 mm (grano medio)					
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular					
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA								
Depósito vulcanoclástico de avalancha de escombros.								
VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS								
AUTOR :		MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA		PORCENTAJE (%)		NOMBRE DE LA ROCA		
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)		Qz=3%; Qz(n)=6,38%		ANDESITA CALCOALCALINA			
	Feldespato potasico y/o alcalino (FPs)		FPs=9%;FPs(n)=19,15%					
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)		PGLs=35%; PGLs(n)=74,47%					
	Máficos (MFs)		bt=7%; Hor=9%					
		Matriz (M) y otros (O)		M y O=31%; OXs=6%				
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)		Vd=7%		TOBA CRISTALOLÍTICA			
	Fragmentos de rocas (Fr)		Fr=32%					
	Cristales (Cx)		Cx=61%					
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)		Bb= 9%		TOBA DE LAPILLI			
	Lapilli (La) (64mm-2mm)		La=28%					
	Ceniza (Cnz) (<2mm)		Cnz=63%					
HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Homblenda; OXs:Óxidos Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba								

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO		
MVH-28	Ubicación	Dpto.	Cajamarca			
		Prov.	Cajamarca			
		dtto.	Encañada			
		C.P.	Combayo-Cashapampa			
Unidad litoestratigráfica		Fecha / Código foto.				
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno		15/05/22 _ DSC02300				
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/ Carta 15g				
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 787337 m, N:9221169 m, C:3236 m.s.n.m				
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO						
Color	Gris amarillenta	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica			
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Alta			
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS						
Color (Superficie Fresca)	Gris claro amarillento					
Dureza Mohs (Promedio)	3-3,5					
Fractura	Irregular					
Brillo	Mate, terroso					
Reacciona con HCl (10%)	NO					
Según contenido de sílice	Intermedia					
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS						
Forma de los cristales	Subhedral-Anhedral	Grado de visibilidad	Subfanerítica			
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina			
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	3-4,5mm (grano medio)			
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular			
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA						
Depósito de flujos piroclásticos de pómez, cenizas y fragmentos de roca.						
VIII. OBSERVACIONES Y ABBREVIATURAS						
Débil alteración de los cristales de hornblenda con biotita parcialmente conservada. Evidencia de cristales rotos de feldespatos alcalinos (sanidina). Patinas de micas (principalmente flogopita). -Esporádico Cristales de cuarzo.						
HCL: Ácido clorhídrico; bt: Biotita; Hor: Hornblenda; OXs: Óxidos; flg: Flogopita						



VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS			
AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=4%; Qz(n)=9,52%	ANDESITA CALCOALCALINA
	Feldespatos potásico y/o alcalino (FPs)	FPs=10%; FPs(n)=23,81%	
	Feldespatos Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=28%; PGLs(n)=66,67%	
	Máficos (MFs)	bt=5%; Hor=7%	
	Matriz (M) y otros (O)	M y O=37%; OXs=5%; flg=4%	
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd=8%	TOBA DE CRISTALES
	Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=16%	
	Cristales (Cx)	Cx=76%	
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb= 1%	TOBA DE CENIZA
	Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=2%	
	Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz=97%	



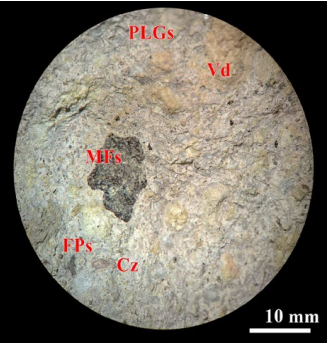
Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.



FORMATO PETROGRÁFICO DE DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO					
Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca					
MVH-29			Prov.	Cajamarca					
			dtto.	Encañada					
			C.P.	Combayo-Molino del Arco					
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.						
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno			15/05/22_DSC02305						
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g							
Muestra de mano de superficie	Volcánico	E: 787744 m, N:9220272 m, C:3113 m.s.n.m							
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO									
Color	Gris oscuro	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica						
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Alta						
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS									
Color (Superficie Fresca)	Gris verdusco								
Dureza Mohs (Promedio)	4-4,5								
Fractura	Irregular								
Brillo	Vítrea								
Reacciona con HCl (10%)	NO								
Según contenido de sílice	Intermedia								
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS									
Forma de los cristales	Subhedrales-Anhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica						
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina						
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	2-5 mm (grano medio)						
Textura Macroscópica	Porfírica	Relación de los tamaños	Inequigranular						
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA									
Depósito de flujos piroclásticos de pomez, ceniza y bloques									
VIII OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS									
-Moderadamente soldada. -Evidencia de cristales rotos puntuales de feldespatos alcalinos (sanidina). -Patinas de micas (principalmente lepidolita) -Alteración de fenocristales de plagioclasa a arcillas.				7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	-	N.A		
					Lapilli (La) (64mm-2mm)	-			
					Ceniza (Cnz) (<2mm)	-			

HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos; lpd: Lepidolita

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO				
Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca				
MVH-30			Prov.	Cajamarca				
			dtto.	Encañada				
			C.P.	Combayo-Molino del Arco				
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.					
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno			15/05/22 _DSC02310					
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g						
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 787744 m, N:9220272 m, C:3111 m.s.n.m						
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO								
Color	Gris Rosado	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica					
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Alta					
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS								
Color (Superficie Fresca)			Rosado					
Dureza Mohs (Promedio)			3,5-4					
Fractura			Irregular					
Brillo			Mate, terroso					
Reacciona con HCl (10%)			NO					
Según contenido de sílice			Ácida					
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS								
Forma de los cristales	Subhedrales-Anhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica					
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina					
Color (% Máficos)	Hololeucoerática	Tamaño de los cristales	2-3,5 mm (grano medio)					
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular					
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA								
Depósito de flujos piroclásticos de ceniza y bloques.								
VIII OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS								
_Fragmentos líticos porfíritos de hasta 70 mm. _Cristales de cuarzo y ortosa fracturados en la matriz de ceniza.								
_Coloración asociada a su composición. _Cristales de hornblenda moderadamente alteradas, moldes rellenos de arcillas y plagioclasas conservadas. Óxidos de hematita								
HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; ort: Ortosa; flg:Flogopita								
				Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba				

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

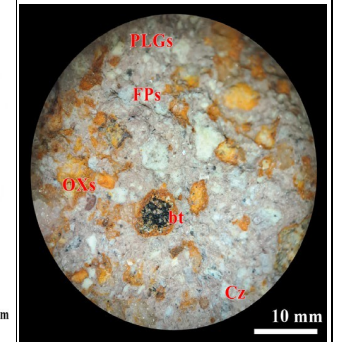
I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO			
Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca			
MVH-31			Prov.	Cajamarca			
			dtto.	Encañada			
			C.P.	Combayo-Molino del Arco			
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.				
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno			15/05/22 _ DSC02315				
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g					
Muestra de mano de superficie	Volcánico	E: 787772 m, N:9220230 m, C:3098 m.s.n.m					
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO							
Color	Gris oscuro	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica				
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada-Alta				
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS							
Color (Superficie Fresca)	Gris violáceo oscuro						
Reacciona con HCl (10%)	4-4,5						
Fractura	Irregular						
Brillo	Vítrea						
Reacciona con HCl	NO						
Según contenido de sílice	Intermedia						
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS							
Forma de los cristales	Subhedrales-Anhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica				
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina				
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	2-4 mm (grano medio)				
Textura Macroscópica	Porfírica	Relación de los tamaños	Inequigranular				
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA							
Depósito de flujos piroclásticos de ceniza y bloques.							
VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS							
AUTOR :		MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA		PORCENTAJE (%)		NOMBRE DE LA ROCA	
7.1 STRECKEISEN (1979)		Cuarzo (Cz)		Qz=5%; Qz(n)=15,15%		ANDESITA CALCOALCALINA	
		Feldespatos potásico y/o alcalino (FPs)		FPs=6%;FPs(n)=18,18%			
		Feldespatos Sódico (Plagioclasa) (PGLs)		PGLs=22%; PGLs(n)=66,67%			
		Máficos (MFs)		bt=8%; Hor=5%			
		Matriz (M) y otros (O)		M y O=44%; OXs=8%;lpd=2%			
7.2 SCHMID (1981)		Vidrio (Vd)		-		N.A	
		Fragmentos de rocas (Fr)		-			
		Cristales (Cx)		-			
7.3 FISHER (1966)		Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)		-		N.A	
		Lapilli (La) (64mm-2mm)		-			
		Ceniza (Cnz) (<2mm)		-			
VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS							
_Matriz levemente meteorizada engloba fragmentos líticos porfíricos.							
_Presenta leve magnetismo.							
_Halos de xidación y reemplazamientos en los cristales de horblenda y feldespatos , se observan arcillas.							



1. Afloramiento



2. Muestra de mano



3. Imagen microscopica (54X)

HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos; lpd: Lepidolita

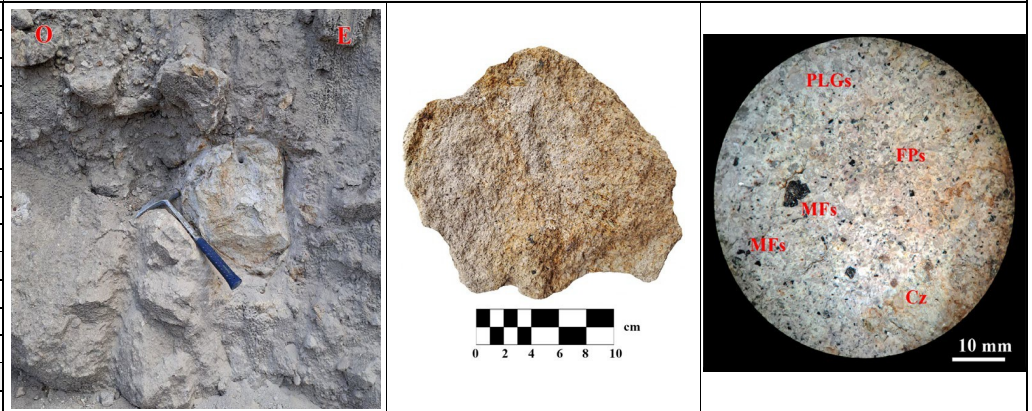
Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES **II. REGISTRO FOTOGRÁFICO**

Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca
MVH-32			Prov.	Cajamarca
			dtto.	Encañada
			C.P.	Combayo-Molino del Arco
Unidad litoestratigráfica		Fecha / Código foto.		
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno		15/05/22 DSC02320		
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g		
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 787488 m, N:9219954 m, C:3071 m.s.n.m		



III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO

Color	Gris oscuro amarillento	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada

IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Color (Superficie Fresca)	Gris claro
Dureza Mohs (Promedio)	5-5,5
Fractura	Irregular
Brillo	Mate
Reacciona con HCl (10%)	NO
Según contenido de sílice	Intermedia

V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS

Forma de los cristales	Subhedrales-Anhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	2-5 mm (grano medio)
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular

VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA

Depósito de flujos piroclásticos de bloques y ceniza

VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=4%; Qz(n)=9,30%	ANDESITA CALCOALCALINA
	Feldespato potasico y/o alcalino (FPs)	FPs=7%;FPs(n)=16,28%	
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=32%; PGLs(n)=74,42%	
	Máficos (MFs)	bt=8%; Hor=15%	
	Matriz (M) y otros (O)	M y O=27%; OXs=7%	
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd=5%	TOBA CRISTALOLÍTICA
	Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=29%	
	Cristales (Cx)	Cx=66%	
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb=5%	TOBA DE CENIZA
	Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=14%	
	Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz=81%	

VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS

_ Fragmentos líticos porfíricos silificados.
 _ Cristales de biotita parcialmente alteradas a clorita.
 _ Feldespatos alcalinos conservados (sanidina). -Óxidos diseminados.

HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

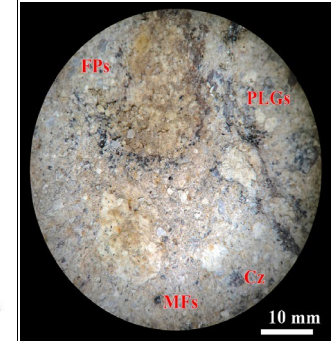
Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES

Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca
MVH-33			Prov.	Cajamarca
			dtto.	Encañada
			C.P.	Combayo-Molino del Arco
Unidad litoestratigráfica		Fecha / Código foto.	15/05/22 DSC02330	
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno				
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g		
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 787513 m, N:9219641 m, C:3008 m.s.n.m		

II. REGISTRO FOTOGRÁFICO



III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO

Color	Gris oscuro amarillento	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada a alta

IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Color (Superficie Fresca)	Gris claro amarillento
Dureza Mohs (Promedio)	3-3,5
Fractura	Irregular
Brillo	Mate, terroso
Reacciona con HCl (10%)	NO
Según contenido de sílice	Intermedia

V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS

Forma de los cristales	Subhedrales-Anhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	1-3,5 mm (grano medio)
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular

VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA

Depósito de flujos piroclásticos de pómez, ceniza y bloques.

VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS

_ Fragmentos líticos heterolíticos silificados >2,5 cm. _ Moldes de cristales de biotita rellenos con arcillas.
_ Óxidos diseminados (limonitas).

VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=3%; Qz(n)=9,68%	ANDESITA CALCOALCALINA
	Feldespatos potásico y/o alcalino (FPs)	FPs=8%; FPs(n)=25,81%	
	Feldespatos Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=20%; PGLs(n)=64,52%	
	Máficos (MFs)	bt=7%; Hor=10%	
	Matriz (M) y otros (O)	M y O=48%; OXs=4%	
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd=8%	TOBA DE CRISTALES
	Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=12%	
	Cristales (Cx)	Cx=80%	
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb=6%	TOBA DE CENIZA
	Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=16%	
	Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz=78%	

HCL: Ácido clorhídrico; bt: Biotita; Hor: Hornblenda; OXs: Óxidos

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES

Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca
MVH-34			Prov.	Cajamarca
			dtto.	Encañada
			C.P.	Combayo-Molino del Arco
Unidad litoestratigráfica		Fecha / Código foto.		
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno		15/07/22 _DSC02335		
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g		
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 787445 m, N:9219668 m, C:3037 m.s.n.m		

II. REGISTRO FOTOGRÁFICO

<p>1. Afloramiento</p>	<p>2. Muestra de mano</p>	<p>3. Imagen microscopica (52X)</p>
------------------------	---------------------------	-------------------------------------

III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO

Color	Gris oscuro amarillento	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada a alta

IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Color (Superficie Fresca)	Gris claro amarillento
Dureza Mohs (Promedio)	2-2,5
Fractura	Irregular
Brillo	Mate,terroso
Reacciona con HCl (10%)	NO
Según contenido de sílice	Intermedia

VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=5%; Qz(n)=14,71%	ANDESITA CALCOALCALINA
	Feldespato potasico y/o alcalino (FPs)	FPs=7%;FPs(n)=20,59%	
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=22%; PGLs(n)=64,71%	
	Máficos (MFs)	bt=7%; Hor=4%	
	Matriz (M) y otros (O)	M y O=48%; OXs=7%	
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd=33%	TOBA CRISTALOVÍTREA
	Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=5%	
	Cristales (Cx)	Cx=62%	
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb=4%	TOBA DE LAPILLI
	Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=28%	
	Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz=66%	

V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS

Forma de los cristales	Subhedrales-Anhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocrystalina
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	2-3,5 mm (grano medio)
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular

VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA

Depósito piroclástico de caída de pómez y ceniza.

VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS

- _ Escasa presencia de cristales de cuarzo.
- _ Moldes de cristales de biotita rellenos con arcillas.
- _ Óxidos diseminados (limonitas).

HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

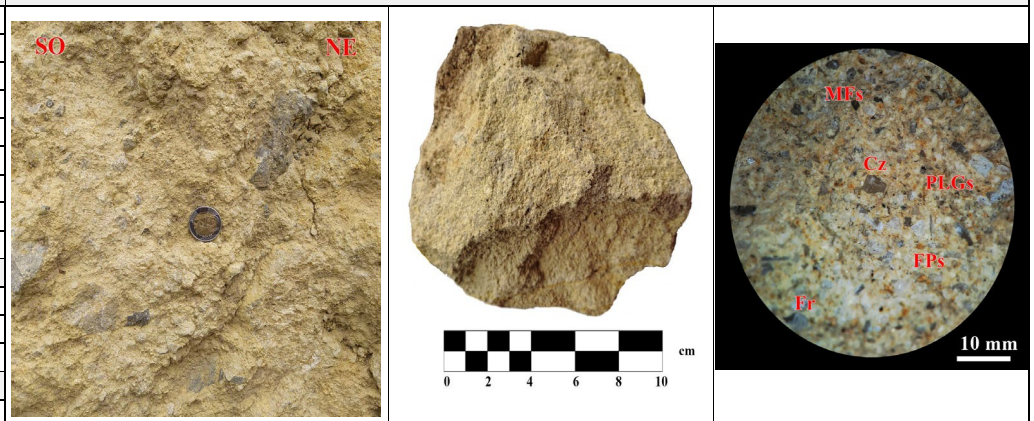
Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES

Código de muestra	Ubicación	Dpto.	Cajamarca
MVH-35		Prov.	Cajamarca
		dtto.	Encañada
		C.P.	Combayo-Molino del Arco
Unidad litoestratigráfica		Fecha / Código foto.	
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno		15/07/22 DSC02340	
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g	
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 787319 m, N:9222938 m, C:3263 m.s.n.m	

II. REGISTRO FOTOGRÁFICO



III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO

Color	Gris claro amarillento	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada a alta

IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Color (Superficie Fresca)	Gris blanquecino
Dureza Mohs (Promedio)	2-2,5
Brillo	Mate,terroso
Fractura	Irregular
Reacciona con HCl (10%)	NO
Según contenido de sílice	Intermedia

V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS

Forma de los cristales	Subhedral-Anhedral	Grado de visibilidad	Subfanerítica
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	2,5-4 mm (grano medio)
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular

VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA

Depósito de flujos piroclásticos de bloques y ceniza.

VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS

_Óxidos (limonitas) rellenando oquedades de biotita alterados.
_Fragmentos juveniles y de roca porfírica > 0,8 cm

VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=3%; Qz(n)=8,11%	ANDESITA CALCOALCALINA
	Feldespato potasico y/o alcalino (FPs)	FPs=6%;FPs(n)=16,22%	
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=28%; PGLs(n)=75,68%	
	Máficos (MFs)	bt=4%; Hor=7%	
	Matriz (M) y otros (O)	M y O=41%; OXs=6%;lpd=5%	
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd=12%	TOBA CRISTALOLÍTICA
	Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=33%	
	Cristales (Cx)	Cx=55%	
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb=1%	TOBA DE CENIZA
	Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=8%	
	Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz=91%	

HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos;lpd: Lepidolita

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

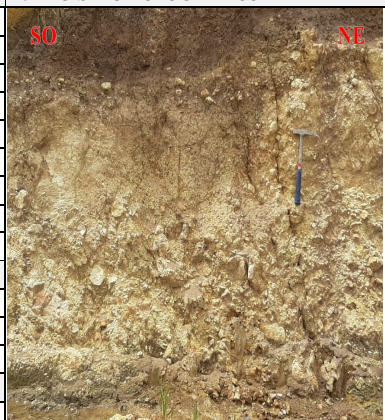

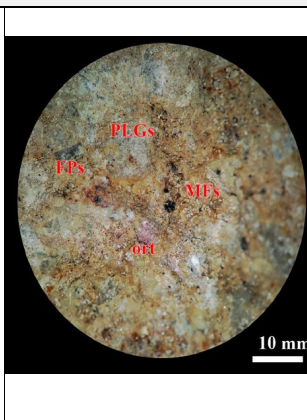
Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES

Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca
MVH-36			Prov.	Cajamarca
			dtto.	Encañada
			C.P.	Combayo-Molino del Arco
Unidad litoestratigráfica		Fecha / Código foto.	20/07/22 DSC02345	
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno				
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g		
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 787319 m, N:9222938 m, C:3263 m.s.n.m		

II. REGISTRO FOTOGRÁFICO

		
1. Afloramiento	2. Muestra de mano	3. Imagen microscópica (48X)

III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO

Color	Gris amarillento	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada a alta

IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Color (Superficie Fresca)	Gris amarillento
Dureza Mohs (Promedio)	4-4,5
Fractura	Irregular
Brillo	Mate,terroso
Reacciona con HCl (10%)	NO
Según contenido de sílice	Intermedia

VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=4%; Qz(n)=9,09%	ANDESITA CALCOALCALINA
	Feldespato potásico y/o alcalino (FPs)	FPs=10%;FPs(n)=22,73%	
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=30%; PGLs(n)=68,18%	
	Máficos (MFs)	bt=3%; Hor=4%	
	Matriz (M) y otros (O)	M y O=42%; OXs=4;ort=3%	
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd=5%	TOBA DE CRISTALES
	Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=13%	
	Cristales (Cx)	Cx=82%	
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb=7%	TOBA DE CENIZA
	Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=10%	
	Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz=83%	

V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS

Forma de los cristales	Subhedrales-Anhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina
Color (% Máficos)	Hololeucoocrática	Tamaño de los cristales	2-5 mm (grano medio)
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular

VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA

Depósito de flujos piroclásticos de bloques y ceniza

VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS

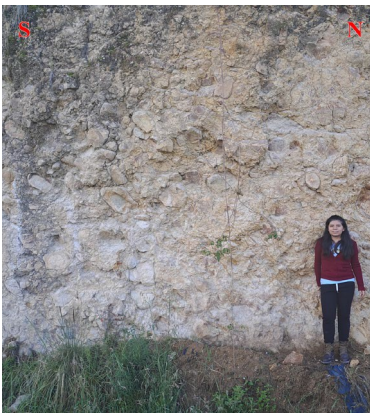

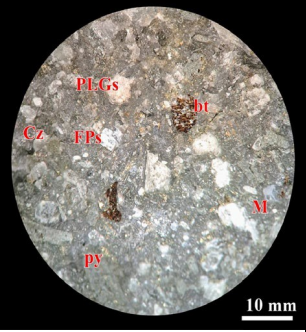
Cristales de ortosa < 4%.
Esporádico contenido de máficos +Biotita ± Hornblenda y cristales de cuarzo.
Alteración selectiva de plagioclasas a arcillas

HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos;ort:Ortosa

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO				
Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca				
MVH-38			Prov.	Cajamarca				
			dtto.	Encañada				
			C.P.	Combayo-Hacienda Combayo				
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.					
Intrusivos -Subvolcánicos del Mioceno			05/08/22_DSC02400					
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g						
Muestra de mano de superficie	Volcánico	E: 785390 m, N:9222939 m, C:3263 m.s.n.m						
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO								
Color	Gris parduzco	Tipo de meteorización	Mecánica					
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada a alta					
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS								
Color (Superficie Fresca)			Gris oscuro					
Dureza Mohs (Promedio)			6-6,7					
Fractura			Irregular					
Brillo			Vítreo					
Reacciona con HCl (10%)			NO					
Según contenido de sílice			Intermedia					
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS				VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS				
Forma de los cristales	Euhedrales-Subhedrales	Grado de visibilidad	Fanerítica		AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina		7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=5%; Qz(n)=12,50%	ANDESITA CALCOALCALINA
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	3,5-8mm (grano grueso)			Feldespatos potásico y/o alcalino (FPs)	FPs=10%;FPs(n)=25%	
Textura Macroscópica	Porfírica	Relación de los tamaños	Inequigranular			Feldespatos Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=25%; PGLs(n)=62,50%	
						Máficos (MFs)	bt=9%; Hor=17%	
						Matriz (M) y otros (O)	M y O=27%; py=5; flg=2%	
					7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	-	N.A
						Fragmentos de rocas (Fr)	-	
						Cristales (Cx)	-	
					7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	-	N.A
						Lapilli (La) (64mm-2mm)	-	
						Ceniza (Cnz) (<2mm)	-	
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA								
Depósito aglomerado.								
VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS								
_Matriz muy meteorizada (de la misma composición).								
_Cristales de cuarzo desarrollado en toda la muestra (+7%).								
_Cristales de epidolita alterada y piritita diseminada dando un brillo metálico.								
HCL: Ácido clorhídrico; N.A: No Aplica; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos; py: Piritita; lpd:Lepidolita				Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba				


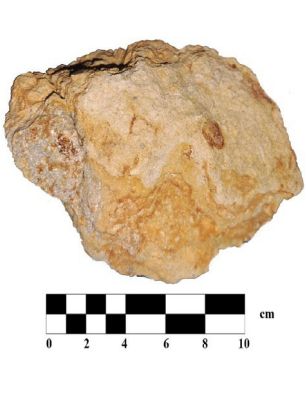
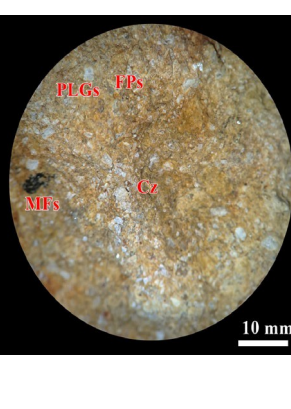
Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES

Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca
MVH-39			Prov.	Cajamarca
			dtto.	Encañada
			C.P.	Combayo-Cashapampa
Unidad litoestratigráfica		Fecha / Código foto.		
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno		12/08/22_DSC02500		
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g		
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 787230 m, N:9221238 m, C:3257 m.s.n.m		

II. REGISTRO FOTOGRÁFICO

 <p>1. Afloramiento</p>	 <p>2. Muestra de mano</p>	 <p>3. Imagen microscópica (52X)</p>
--	---	---

III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO

Color	Gris amarillento	Tipo de meteorización	Mecánica
Grado de Alteración	Débil-moderada	Grado de fracturación	Moderada a alta

IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Color (Superficie Fresca)	Gris blanquecino
Dureza Mohs (Promedio)	2-2,5
Fractura	Irregular
Brillo	Mate, terroso
Reacciona con HCl (10%)	NO
Según contenido de sílice	Intermedia

V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS

Forma de los cristales	Subhedral-Anhedral	Grado de visibilidad	Subfanerítica
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina
Color (% Máficos)	Hololeucocrática	Tamaño de los cristales	1-3mm (grano medio)
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular

VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=3%; Qz(n)=8,11%	ANDESITA CALCOALCALINA
	Feldespato potásico y/o alcalino (FPs)	FPs=5%;FPs(n)=13,51%	
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=29%; PGLs(n)=78,38%	
	Máficos (MFs)	bt=5%; Hor=2%	
	Matriz (M) y otros (O)	M y O=46%; OXs=10%	
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd=4%	TOBA CRISTALOLÍTICA
	Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=32%	
	Cristales (Cx)	Cx=64%	
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb=7%	TOBA DE LAPILLI
	Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=30%	
	Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz=63%	

VIII OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS

Bloques polimícticos porfíricos y líticos monomícticos.
 Se observa cristales de feldespatos alcalinos (sanidina) desarrollados.
 -Moderada alteración argílica, reemplazamiento de plagioclasas a arcillas. -Flujos óxidos hidrotermales.
 HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Homblenda; OXs:Óxidos

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba



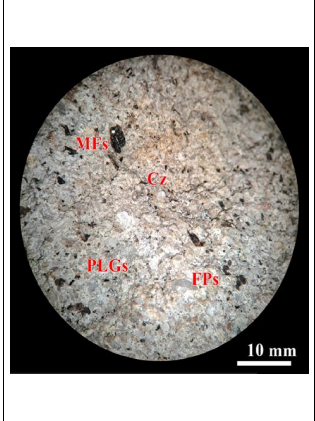
Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO			
Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca			
MVH-40			Prov.	Cajamarca			
			dtto.	Encañada			
			C.P.	Combayo-Preñadero			
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.				
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno			12/08/22 _DSC02505				
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g					
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 787198 m, N:9220640 m, C:3242 m.s.n.m					
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO							
Color	Gris oscuro	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica				
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada a alta				
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS							
Color (Superficie Fresca)	Gris blanquecino						
Dureza Mohs (Promedio)	4-4,5						
Fractura	Irregular						
Brillo	Mate, terroso						
Reacciona con HCl (10%)	NO						
Según contenido de sílice	Intermedia						
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS				VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS			
Forma de los cristales	Subhaciales-Anhaciales	Grado de visibilidad	Subfanerítica	AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina	7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=3%; Qz(n)=6,67%	ANDESITA CALCOALCALINA
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	1-4,5mm (grano medio)		Feldespato potásico y/o alcalino (FPs)	FPs=7%;FPs(n)=15,56%	
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular		Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=34%; PGLs(n)=75,56%	
					Máficos (MFs)	bt=10%; Hor=9%	
					Matriz (M) y otros (O)	M y O=32%; OXs=4%	
				7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd=13%	TOBA DE CRISTALES
					Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=9%	
					Cristales (Cx)	Cx=78%	
				7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb=3%	TOBA DE CENIZA
					Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=20%	
					Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz=77%	
VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS							
-Líticos polimicticos porfíricos. -Lapilli de pómez>5cm. -Se observa cristales de plagioclasas y feldespatos alcalinos muy fracturados. -Textura eutaxítica puntual.							
HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos				Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba			

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "



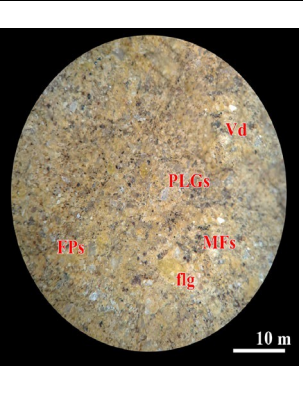






I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO				
Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca				
MVH-41			Prov.	Cajamarca				
			dtto.	Encañada				
			C.P.	Combayo-Preñadero				
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.					
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno			12/08/22		DSC02510			
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g						
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 786072 m, N:9221360 m, C:3207 m.s.n.m						
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO								
Color	Gris oscuro	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica					
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada a alta					
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS								
Color (Superficie Fresca)			Gris claro					
Dureza Mohs (Promedio)			4-4,5					
Fractura			Irregular					
Brillo			Mate, terroso					
Reacciona con HCl (10%)			NO					
Según contenido de sílice			Intermedia					
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS								
Forma de los cristales	Subhedral-Anhedral	Grado de visibilidad	Subfanerítica					
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina					
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	1-5mm (grano medio)					
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular					
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA								
Depósito de flujos piroclásticos de pómez, cenizas y fragmentos de roca.								
VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS								
AUTOR :		MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA		PORCENTAJE (%)		NOMBRE DE LA ROCA		
7.1 STRECKEISEN (1979)		Cuarzo (Cz)		Qz=3%; Qz(n)=6,67%		ANDESITA CALCOALCALINA		
		Feldespato potásico y/o alcalino (FPs)		FPs=6%;FPs(n)=13,33%				
		Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)		PGLs=36%; PGLs(n)=80%				
		Máficos (MFs)		bt=6%; Hor=8%				
		Matriz (M) y otros (O)		M y O=37%; OXs=4%				
7.2 SCHMID (1981)		Vidrio (Vd)		Vd=6%		TOBA DE CRISTALES		
		Fragmentos de rocas (Fr)		Fr=12%				
		Cristales (Cx)		Cx=82%				
7.3 FISHER (1966)		Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)		Bb=5%		TOBA DE CENIZA		
		Lapilli (La) (64mm-2mm)		La=16%				
		Ceniza (Cnz) (<2mm)		Cnz=79%				
VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS								
Espírdicos líticos polimicticos (>0,5cm). _Leve argilización de los máficos, _Se observa cristales de plagioclasas y feldespatos rotos.								
HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos				Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba				

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.





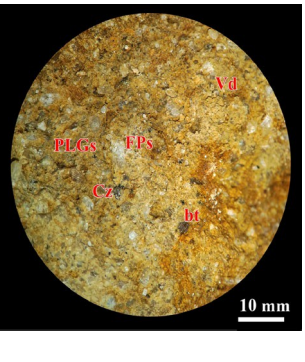
FORMATO PETROGRÁFICO DE DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRAFICO					
Código de muestra	Ubicación	Dpto.	Cajamarca						
MVH-42		Prov.	Cajamarca						
		dtto.	Encañada						
		C.P.	Combayo-Molino del Arco						
Unidad litoestratigráfica		Fecha / Código foto.							
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno		15/02/23 _DSC02510							
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g							
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 787441 m, N:9219568 m, C:2983 m.s.n.m		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> 1. Afloramiento 2. Muestra de mano 3. Imagen microscópica (52X) </div>					
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO									
Color	Gris amarillenta	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica						
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Alta						
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS									
Color (Superficie Fresca)	Gris amarillenta								
Dureza Mohs (Promedio)	3-3,5								
Fractura	Irregular								
Brillo	Mate, terroso								
Reacciona con HCl (10%)	NO								
Según contenido de sílice	Intermedia								
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS									
Forma de los cristales	Subhedrales-Anhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica						
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina						
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	1-4,5mm (grano medio)						
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular						
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA									
Depósito de flujos piroclásticos de pómez y ceniza.									
VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS									
AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA		PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA					
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)		Qz=3%; Qz(n)=7,89%	ANDESITA CALCOALCALINA					
	Feldespato potásico y/o alcalino (FPs)		FPs=7%;FPs(n)=18,42%						
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)		PGLs=28%; PGLs(n)=73,68%						
	Máficos (MFs)		bt=7%; Hor=6%						
	Matriz (M) y otros (O)		M y O=30%; OXs=6%;lpd=6%; flg=7%						
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)		Vd=10%	TOBA DE CRISTALES					
	Fragmentos de rocas (Fr)		Fr=3%						
	Cristales (Cx)		Cx=87%						
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)		Bb=1%	TOBA DE CENIZA					
	Lapilli (La) (64mm-2mm)		La=12%						
	Ceniza (Cnz) (<2mm)		Cnz=87%						
VIII. OBSERVACIONES Y ABBREVIATURAS									
-Esporádicos líticos silificados (lapilli). -Cristales de biotita moderadamente alterada con reemplazamiento a arcillas,clorita y micas.									
HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos; flg: Flogopita;lpd:lepidolita				Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba					



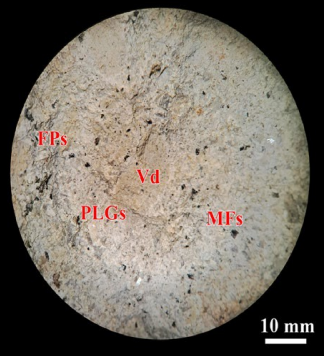
Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO							
Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca							
MVH-44			Prov.	Cajamarca							
			dtto.	Encañada							
			C.P.	Combayo-Molino del Arco							
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.								
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento I) Neógeno -Mioceno			15/02/23 DSC02710								
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g									
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 786559 m, N:9218126 m, C:2942 m.s.n.m									
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO				1. Afloramiento							
Color	Gris amarillenta	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica		2. Muestra de mano						
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Alta		3. Imagen microscópica (56X)						
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS				VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS							
Color (Superficie Fresca)	Gris parduzca			AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA				
Dureza Mohs (Promedio)	4-4,5										
Fractura	Irregular										
Brillo	Mate, terroso										
Reacciona con HCl (10%)	NO			7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz) Feldespato potásico y/o alcalino (FPs) Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs) Máficos (MFs) Matriz (M) y otros (O)	Qz=3%; Qz(n)=8,11% FPs=8%;FPs(n)=21,62% PGLs=26%; PGLs(n)=70,27% bt=5%; Hor=3% M y O=42%; OXs=5%; flg=8%	ANDESITA CALCOALCALINA				
Según contenido de sílice	Intermedia										
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS								7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd) Fragmentos de rocas (Fr) Cristales (Cx)	Vd=4% Fr=7% Cx=89%	TOBA DE CRISTALES
Forma de los cristales	Subhedrales-Anhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica								
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina								
Color (% Máficos)	Hololeucocrática	Tamaño de los cristales	1-3,5mm (grano medio)								
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular	7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm) Lapilli (La) (64mm-2mm) Ceniza (Cnz) (<2mm)	Bb=2% La=20% Cnz=78%	TOBA DE CENIZA				
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA								VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS			
Depósito de oleadas de ceniza y lapilli.											
_Lapilli acreacional puntual.											
_Cristales de flogopita en moldes de alteración de máficos (hornblenda y biotita).											
VIII. ABREVIATURAS: HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos; flg:Flogopita				Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba							

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO				
Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca				
MVH-45			Prov.	Cajamarca				
			dtto.	Encañada				
			C.P.	Combayo-Molino del Arco				
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.					
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno			15/02/23_DSC02715					
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g						
Muestra de mano de superficie	Vulcaniclástica	E: 786030 m, N:92219030 m, C:3024 m.s.n.m						
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO								
Color	Gris claro	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica					
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Alta					
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS								
Color (Superficie Fresca)	Gris blanquecino							
Dureza Mohs (Promedio)	3-3,5							
Fractura	Irregular							
Brillo	Mate, terroso							
Reacciona con HCl (10%)	NO							
Según contenido de sílice	Intermedia							
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS								
Forma de los cristales	Subhedral-Anhedral	Grado de visibilidad	Subfanerítica					
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina					
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	1-3,5mm (grano medio)					
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular					
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA								
Depósito de flujos piroclásticos de pómez, cenizas y fragmentos de roca.								
VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS								
AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA		PORCENTAJE (%)		NOMBRE DE LA ROCA			
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)		Qz=3%; Qz(n)=6,98%		ANDESITA CALCOALCALINA			
	Feldespato potásico y/o alcalino (FPs)		FPs=6%; FPs(n)=13,95%					
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)		PGLs=34%; PGLs(n)=79,07%					
	Máficos (MFs)		bt=5%; Hor=9%					
	Matriz (M) y otros (O)		M y O= 36%; OXs=3%; lpd=4%					
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)		Vd=19%		TOBA DE CRISTALES			
	Fragmentos de rocas (Fr)		Fr=13%					
	Cristales (Cx)		Cx=68%					
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)		Bb=4%		TOBA DE CENIZA			
	Lapilli (La) (64mm-2mm)		La=21%					
	Ceniza (Cnz) (<2mm)		Cnz=75%					
VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS								
-Fragmentos de roca volcánicos silificados >0,6cm. -Presencia de cristales de micas. -Débil alteración argílica (reemplazamiento de plagioclasas a arcillas).								
HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos; lpd: Lepidolita.								

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.





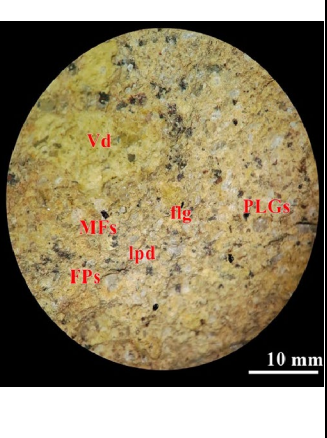
FORMATO PETROGRÁFICO DE DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES

Código de muestra	Ubicación	Dpto.	Cajamarca
MVH-46		Prov.	Cajamarca
		dtto.	Encañada
		C.P.	Combayo-Cashaloma
Unidad litoestratigráfica		Fecha / Código foto.	
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno		15/02/23 _ DSC02720	
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g	
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 785921 m, N:9218847 m, C:3052 m.s.n.m	

II. REGISTRO FOTOGRÁFICO

 <p style="text-align: center;">1. Afloramiento</p>	 <p style="text-align: center;">2. Muestra de mano</p>	 <p style="text-align: center;">3. Imagen microscópica (52X)</p>
--	---	---

III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO

Color	Gris amarillento	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Alta

IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Color (Superficie Fresca)	Gris verdoso
Dureza Mohs (Promedio)	2-2,5
Fractura	Irregular
Brillo	Mate, terroso
Reacciona con HCl (10%)	NO
Según contenido de sílice	Intermedia

V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS

Forma de los cristales	Subhedral-Anhedral	Grado de visibilidad	Subfanerítica
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	2-3mm (grano medio)
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular

VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA

Depósito de oleadas de ceniza y lapilli.

VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=3%; Qz(n)=8,33%	ANDESITA CALCOALCALINA
	Feldespato potásico y/o alcalino (FPs)	FPs=5%;FPs(n)=13,89%	
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=28%; PGLs(n)=77,78%	
	Máficos (MFs)	bt=10%; Hor=6%	
	Matriz (M) y otros (O)	M y O= 31%; OXs=5%;flg=12%	
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd=20%	TOBA DE CRISTALES
	Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=4%	
	Cristales (Cx)	Cx=76%	
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb=2%	TOBA DE CENIZA
	Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=11%	
	Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz=87%	

HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos; flg: Flogopita



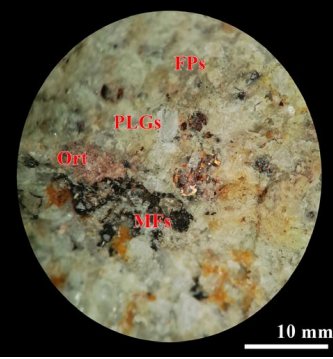
Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.



FORMATO PETROGRÁFICO DE DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS



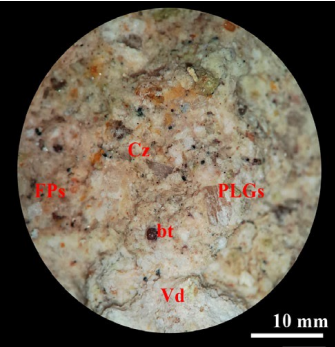
Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO		
Código de muestra	Ubicación	Dpto.	Cajamarca			
MVH-47		Prov.	Cajamarca			
		dtto.	Encañada			
		C.P.	Combayo-Cashaloma			
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.			
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno			15/02/23 DSC02725			
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g				
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 785912 m, N:9218429 m, C:3094 m.s.n.m				
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO						
Color	Gris amarillento	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica			
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Alta			
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS						
Color (Superficie Fresca)	Gris blanquecina					
Dureza Mohs (Promedio)	2,5-3					
Fractura	Irregular					
Brillo	Mate, terroso					
Reacciona con HCl (10%)	NO					
Según contenido de sílice	Intermedia					
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS						
Forma de los cristales	Subhedrales-Anhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica			
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina			
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	1-2,5mm (grano medio)			
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular			
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA						
Depósito de flujos piroclásticos de bloques y ceniza.						
VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS						
AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA		PORCENTAJE (%)		NOMBRE DE LA ROCA	
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)		Qz=3%; Qz(n)=9,38%		ANDESITA CALCOALCALINA	
	Feldespatos potásico y/o alcalino (FPs)		FPs=6%; FPs(n)=18,75%			
	Feldespatos Sódico (Plagioclasa) (PGLs)		PGLs=23%; PGLs(n)=71,88%			
	Máficos (MFs)		bt=12%; Hor=7%			
	Matriz (M) y otros (O)		M y O=37%; OXs=6%; flg=6%			
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)		Vd=2%		TOBA CRISTALOLÍTICA	
	Fragmentos de rocas (Fr)		Fr=32%			
	Cristales (Cx)		Cx=66%			
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)		Bb=5%		TOBA DE LAPILLI	
	Lapilli (La) (64mm-2mm)		La=27%			
	Ceniza (Cnz) (<2mm)		Cnz=68%			
VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS						
Moderada alteración de máficos con reemplazamiento a cristales de cloritas y arcillas. Trazas de flogopita; Cristales de feldespatos alcalinos (sanidina y microclina) conservados. Fragmentos líticos volcánicos y subvolcánicos.						
HCL: Ácido clorhídrico; bt: Biotita; Hor: Homblenda; OXs: Óxidos; flg: Flogopita						

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO				
Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca				
MVH-48			Prov.	Cajamarca				
			dtto.	Encañada				
			C.P.	Combayo-Cashaloma				
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.					
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno			15/02/23 _DSC02730					
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g						
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 785758 m, N:9218157 m, C:3120 m.s.n.m						
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO								
Color	Gris oscuro	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica					
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada-Alta					
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS								
Color (Superficie Fresca)	Gris claro							
Dureza Mohs (Promedio)	3-3,5							
Fractura	Irregular							
Brillo	Mate, terroso							
Reacciona con HCl (10%)	NO							
Según contenido de sílice	Intermedia							
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS								
Forma de los cristales	Subhedrales-Anhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica					
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina					
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	2-5mm (grano medio)					
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular					
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA								
Depósito de flujos piroclásticos de pómez, cenizas y fragmentos de roca.								
VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS								
AUTOR :		MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA		PORCENTAJE (%)		NOMBRE DE LA ROCA		
7.1 STRECKEISEN (1979)		Cuarzo (Cz)		Qz=4%; Qz(n)=15,38%		ANDESITA CALCOALCALINA		
		Feldespato potásico y/o alcalino (FPs)		FPs=6%;FPs(n)=23,08%				
		Feldespato Sódico (Plagioclasa)(PLGs)		PGLs=16%; PGLs(n)=61,54%				
		Máficos (MFs)		bt=6%; Hor=8%				
		Matriz (M) y otros (O)		M y O=56%; OXs=4%				
7.2 SCHMID (1981)		Vidrio (Vd)		Vd=18%		TOBA DE CRISTALES		
		Fragmentos de rocas (Fr)		Fr=8%				
		Cristales (Cx)		Cx=74%				
7.3 FISHER (1966)		Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)		Bb=3%		TOBA DE CENIZA		
		Lapilli (La) (64mm-2mm)		La=17%				
		Ceniza (Cnz) (<2mm)		Cnz=80%				
VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS								
-Muestra moderadamente meteorizada. -Fragmentos líticos porfiríticos esporádicos. -Dentro de los MFs encontrados se observa cristales de de biotita y hornblenda diseminada. -Óxidos rellenando moldes de cristales.								
HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos								

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.



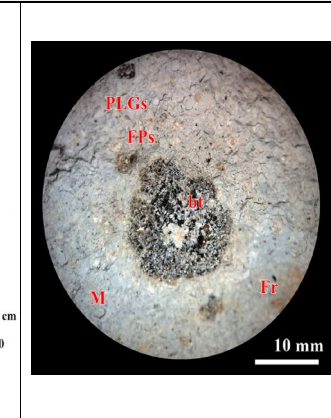
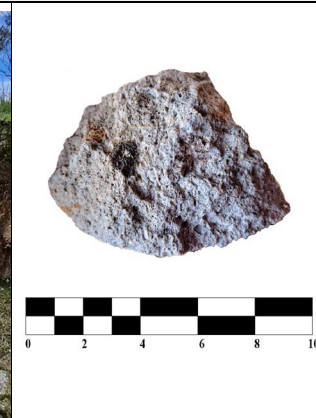
FORMATO PETROGRÁFICO DE DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES

Código de muestra	Ubicación	Dpto.	Cajamarca
MVH-49		Prov.	Cajamarca
		dtto.	Encañada
		C.P.	Combayo-Shinshilpampa
Unidad litoestratigráfica		Fecha / Código foto.	
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno		15/02/23 _ DSC02735	
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g	
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 785323 m, N:9217892 m, C:3148 m.s.n.m	

II. REGISTRO FOTOGRÁFICO



III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO

Color	Gris oscuro	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada

IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Color (Superficie Fresca)	Gris verdoso
Dureza Mohs (Promedio)	3,5-4
Fractura	Irregular
Brillo	Mate, terroso
Reacciona con HCl (10%)	NO
Según contenido de sílice	Intermedia

V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS

Forma de los cristales	Subhedrales-Anhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina
Color (% Máficos)	Hololeucocrática	Tamaño de los cristales	1-3,5mm (grano medio)
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular

VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=3%; Qz(n)=8,82%	ANDESITA CALCOALCALINA
	Feldespatos potásico y/o alcalino (FPs)	FPs=4%; FPs(n)=11,76%	
	Feldespatos Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=27%; PGLs(n)=79,41%	
	Máficos (MFs)	bt=7%; Hor=5%	
	Matriz (M) y otros (O)	M y O=51%; OXs=3%	
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd=18%	TOBA DE CRISTALES
	Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=2%	
	Cristales (Cx)	Cx=78%	
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb=4%	TOBA DE CENIZA
	Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=9%	
	Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz=87%	

VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA

Depósito de flujos piroclásticos de pómez, ceniza y fragmentos de roca.

VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS

_Textura debilmente escorácea. _Pómez aleatorios (+15%) > 3 mm.
 _Abundancia de moldes de fenocristales por meteorización de la meteorización de la muestra.
 _Cristales de plagioclasa y feldespato alterados levemente con presencia de arcillas.

HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Homblenda; OXs:Óxidos

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES

Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca
MVH-50			Prov.	Cajamarca
			dtto.	Encañada
			C.P.	Combayo-Shinshilpampa
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.	
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno			15/02/23 _ DSC02740	
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g		
Muestra de mano de superficie	Vulcaniclástica	E: 784885 m, N:9218326 m, C:3163 m.s.n.m		

II. REGISTRO FOTOGRAFICO

1. Afloramiento	2. Muestra de mano	3. Imagen microscopica (52X)

III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO

Color	Gris oscuro	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada-Alta

IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Color (Superficie Fresca)	Gris claro
Dureza Mohs (Promedio)	3-3,5
Fractura	Irregular
Brillo	Mate, terroso
Reacciona con HCl (10%)	NO
Según contenido de sílice	Intermedia

VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS

Forma de los cristales	Subhedrales-Anhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocrystalina
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	1-4,5mm (grano medio)
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular

AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=4%; Qz(n)=9,76%	ANDESITA CALCOALCALINA
	Feldespato potásico y/o alcalino (FPs)	FPs=5%;FPs(n)=12,2%	
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=32%; PGLs(n)=78,05%	
	Máficos (MFs)	bt=4%; Hor=8%	
	Matriz (M) y otros (O)	M y O=42%;flg=5%	
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd=27%	TOBA CRISTALOVÍTREA
	Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=8%	
	Cristales (Cx)	Cx=65%	
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb=2%	TOBA DE CENIZA
	Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=14%	
	Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz=84%	

VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA

Depósito de flujos piroclásticos de pómez y ceniza

VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS

_Pómez (+25%) > 0,8 cm. _Moldes de fenocristales de hornblenda.
_Cristales de plagioclasa alterados levemente con presencia de arcillas relleno de moldes.
_Trazas de micas (flogopita).

HCL: Acido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Oxidos; flg: Flogopita



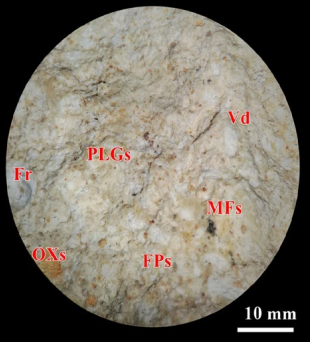
Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.



FORMATO PETROGRÁFICO DE DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRAFICO			
MVH-51	Ubicación	Dpto.	Cajamarca				
		Prov.	Cajamarca				
		dtto.	Encañada				
		C.P.	Combayo-Shinshilpampa				
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.				
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno			15/02/23 DSC02745				
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g					
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 786030 m, N:9219030 m, C:3200 m.s.n.m					
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO							
Color	Gris parduzco	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica				
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada				
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS							
Color (Superficie Fresca)	Gris claro						
Dureza Mohs (Promedio)	2-2,5						
Fractura	Irregular						
Brillo	Mate, terroso						
Reacciona con HCl (10%)	NO						
Según contenido de sílice	Intermedia						
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS							
Forma de los cristales	Subhedral-Anhedral	Grado de visibilidad	Subfanerítica				
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina				
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	1-4mm (grano medio)				
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular				
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA							
Depósito de flujos piroclásticos de pómez y ceniza.							
VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS							
AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA		PORCENTAJE (%)		NOMBRE DE LA ROCA		
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)		Qz=2%; Qz(n)=6,45%		ANDESITA CALCOALCALINA		
	Feldespato potásico y/o alcalino (FPs)		FPs=4%; FPs(n)=12,90%				
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)		PGLs=25%; PGLs(n)=80,65%				
	Máficos (MFs)		bt=4%; Hor=7%				
	Matriz (M) y otros (O)		M y O=49%; OXs=4; flg=3%				
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)		Vd=19%		TOBA DE CRISTALES		
	Fragmentos de rocas (Fr)		Fr=3%				
	Cristales (Cx)		Cx=78%				
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)		Bb=1%		TOBA DE CENIZA		
	Lapilli (La) (64mm-2mm)		La=20%				
	Ceniza (Cnz) (<2mm)		Cnz=79%				
VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS							
_Pómez (+10%) > 0,5 cm. _Plagioclasas y feldespatos alcalinos (sanidina) rotos y alterados moderadamente con presencia de arcillas. _Trazas de óxidos (limonita). _Cuarzo de manera aleatoria (-5%).							
HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Homblenda; OXs:Óxidos; flg: Flogopita							



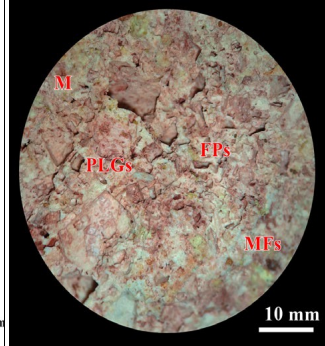
Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.



FORMATO PETROGRÁFICO DE DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO				
Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca				
MVH-52			Prov.	Cajamarca				
			dtto.	Encañada				
			C.P.	Combayo-Shinshilpampa				
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.					
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno			15/02/23 DSC02750					
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g						
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 784215 m, N:9218312 m, C:3140 m.s.n.m						
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO								
Color	Gris rosado	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica					
Grado de Alteración	Débil-moderada	Grado de fracturación	Moderada a alta					
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS								
Color (Superficie Fresca)			Rosada					
Dureza Mohs (Promedio)			1,5-2					
Fractura			Irregular					
Brillo			Mate, terroso					
Reacciona con HCl (10%)			NO					
Según contenido de sílice			Ácida					
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS				VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS				
Forma de los cristales	Subhedral-Anhedral	Grado de visibilidad	Afanítica		AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina		7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=15%; Qz(n)=24,59%	DACITA
Color (% Máficos)	Hololeucoocrática	Tamaño de los cristales	1-2,5mm (grano medio)			Feldespatos potásico y/o alcalino (FPs)	FPsk=6%;FPsk(n)=9,84%	
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular			Feldespatos Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=40%; PGLs(n)=65,57%	
						Máficos (MFs)	bt=4%; Hor=3%	
					Matriz (M) y otros (O)	M y O=24%; OXs=3%; ort=5%		
					7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd=35%	TOBA CRISTALOVÍTREA
						Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=5%	
						Cristales (Cx)	Cx=60%	
					7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb=6%	TOBA DE CENIZA
						Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=19%	
						Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz=75%	
VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS								
_Muestra altamente meteorizada. _Moldes de cristales de cuarzo y algunos relictos.								
_Esporádicos fragmentos juveniles de 0,7 cm hasta 7cm. (pómez con tonalidad naranja).								
HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos; ort: Ortosa				Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba				

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.



FORMATO PETROGRÁFICO DE DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES

Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca
MVH-54			Prov.	Cajamarca
			dtto.	Encañada
			C.P.	Combayo-Apalin Alto
Unidad litoestratigráfica		Fecha / Código foto.		
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento IV) Neógeno -Mioceno		15/02/23 _ DSC02765		
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g		
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 784584 m, N:9220498 m, C:3361 m.s.n.m		

II. REGISTRO FOTOGRAFICO



III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO

Color	Gris claro	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica
Grado de Alteración	Débil-moderado	Grado de fracturación	Moderada a alta

IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Color (Superficie Fresca)	Gris claro
Dureza Mohs (Promedio)	2-2,5
Fractura	Irregular
Brillo	Mate, terroso
Reacciona con HCl (10%)	NO
Según contenido de sílice	Intermedia

VII. CLASIFICACION DE ROCAS VOLCANICAS Y SUBVOLCANICAS

V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS

Forma de los cristales	Subhedral-Anhedral	Grado de visibilidad	Subfanerítica
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocrystalina
Color (% Máficos)	Hololeucocrática	Tamaño de los cristales	1-3,5mm (grano medio)
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular

AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=3%; Qz(n)=8,11%	ANDESITA CALCOALCALINA
	Feldespato potasico y/o alcalino (FPs)	FPs=5%;FPs(n)=13,51%	
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=29%; PGLs(n)=78,38%	
	Máficos (MFs)	bt=5%; Hor=4%	
	Matriz (M) y otros (O)	M y O=44%; OXs=7%	
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd=20%	TOBA DE CRISTALES
	Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=4%	
	Cristales (Cx)	Cx=65%	
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb=3%	TOBA DE CENIZA
	Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=6%	
	Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz=91%	

VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA

Depósito de flujos piroclásticos de pómez y ceniza.

VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS

_Muestra moderadamente meteorizada. _Los cristales máficos se encuentran en forma diseminada:
Homblenda moderada alterada, leve reemplazamiento de biotita a clorita (-2%) y arcillas.
_Vetillas de óxidos (predominancia de limonita y hematita)

HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Homblenda; OXs:Óxidos

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.



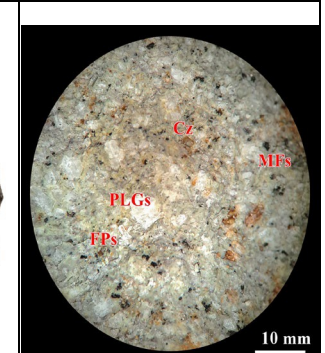
FORMATO PETROGRÁFICO DE DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES

Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca
MVH-55			Prov.	Cajamarca
			dtto.	Encañada
			C.P.	Combayo-Preñadero
Unidad litoestratigráfica		Fecha / Código foto.		
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento III) Neógeno -Mioceno		15/02/23 _ DSC02770		
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g		
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 786406 m, N:9221835 m, C:3278 m.s.n.m		

II. REGISTRO FOTOGRAFICO



III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO

Color	Gris parduzco	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada a alta

IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Color (Superficie Fresca)	Gris oscuro
Dureza Mohs (Promedio)	2-2,5
Fractura	Irregular
Brillo	Mate,terroso
Reacciona con HCl (10%)	NO
Según contenido de sílice	Intermedia

V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS

Forma de los cristales	Subhedrales-Anhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	1-5mm (grano medio)
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular

1. Afloramiento

2. Muestra de mano

3. Imagen microscopica (52X)

VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

AUTOR:	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=4%; Qz(n)=9,76%	ANDESITA CALCOALCALINA
	Feldespato potasico y/o alcalino (FPs)	FPs=7%;FPs(n)=17,07%	
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=30%; PGLs(n)=73,17%	
	Máficos (MFs)	bt=4%; Hor=9%	
	Matriz (M) y otros (O)	M y O=39%; OXs=7%	
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd=14%	TOBA DE CRISTALES
	Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=7%	
	Cristales (Cx)	Cx=79%	
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb=2%	TOBA DE CENIZA
	Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=15%	
	Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz=83%	

VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA

Depósito de flujos piroclásticos de pómez, cenizas y fragmentos de roca.

VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS

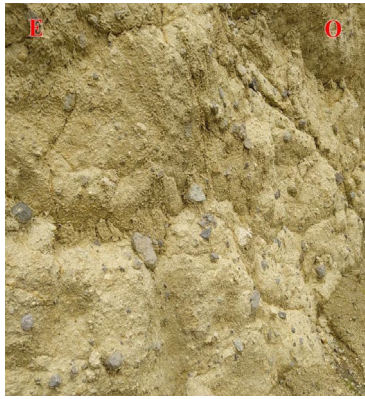

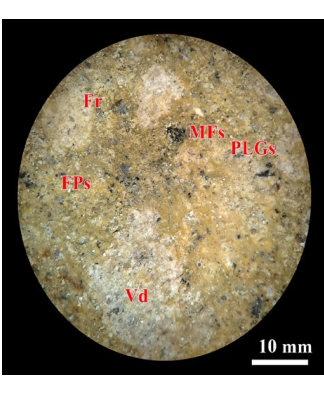
_Muestra moderadamente meteorizada.
 _ Los máficos se presenta en forma diseminada: horblenda conservada.
 _ Presencia de óxidos rellenando moldes de cristales de biotita. -Fragmentos líticos silificados (-5mm).

HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Homblenda; OXs:Óxidos

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRAFICO			
Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca			  
MVH-56			Prov.	Cajamarca			
			dtto.	Encañada			
			C.P.	Combayo-Cashapampa			
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.				
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno			15/02/23 _ DSC02775				
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g					
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 787461 m, N:9221573 m, C:3263 m.s.n.m					
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO							
Color	Gris verdoso	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica				
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada a alta				
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS							
Color (Superficie Fresca)	Gris verdoso						
Dureza Mohs (Promedio)	3-3,5						
Fractura	Irregular						
Brillo	Mate,terroso						
Reacciona con HCl (10%)	NO						
Según contenido de sílice	Intermedia						
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS							
Forma de los cristales	Subhedrales-Anhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica				
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocrystalina				
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	2-5mm (grano medio)				
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular				
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLOGICA							
Depósito de flujos piroclásticos de ceniza y bloques.							
VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS							
AUTOR :		MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA			
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=2%; Qz(n)=7,14%		ANDESITA CALCOALCALINA			
	Feldespato potasico y/o alcalino (FPs)	FPs=6%;FPs(n)=21,43%					
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=20%; PGLs(n)=71,43%					
	Máficos (MFs)	bt=10%; Hor=5%					
	Matriz (M) y otros (O)	M y O=55%; OXs=2%					
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd=15%		TOBA LITOCRISTALINA			
	Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=45%					
	Cristales (Cx)	Cx=40%					
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb=45%		TOBA BRECHA			
	Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=35%					
	Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz=20%					
VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS							
_ Clastos silificados (+60%) >1 cm-10cm subangulosos.							
_ Pomez esporádico > 0,7cm.							
-Fenocristales de hornblenda conservados con tamaños de hasta 8 mm.							
HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos							
Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba							

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.



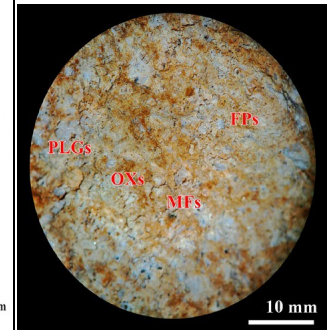
FORMATO PETROGRÁFICO DE DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES

Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca
MVH-57			Prov.	Cajamarca
			dtto.	Encañada
			C.P.	Combayo-Preñadero
Unidad litoestratigráfica		Fecha / Código foto.	15/02/23 DSC02780	
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento III) Neógeno -Mioceno				
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g		
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 785539 m, N:9222147 m, C:3227 m.s.n.m		

II. REGISTRO FOTOGRÁFICO



III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO

Color	Gris amarillento	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Moderada

IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Color (Superficie Fresca)	Gris blanquecino
Dureza Mohs (Promedio)	3-3,5
Fractura	Irregular
Brillo	Mate,terroso
Reacciona con HCl (10%)	NO
Según contenido de sílice	Intermedia

1. Afloramiento

2. Muestra de mano

3. Imagen microscópica (52X)

VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS

Forma de los cristales	Subhedrales-Anhedrales	Grado de visibilidad	Subfanerítica
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	1-3,5mm (grano medio)
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular

AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=4%; Qz(n)=8.33%	ANDESITA CALCOALCALINA
	Feldespato potásico y/o alcalino (FPs)	FPs=9%;FPs(n)=18.75%	
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=35%; PGLs(n)=72.92%	
	Máficos (MFs)	bt=4%; Hor=7%	
	Matriz (M) y otros (O)	M y O=33%; OXs=8%	

VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA

Depósito de flujos piroclásticos de pómez, cenizas y fragmentos de roca.

7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd=12%	TOBA DE CRISTALES
	Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=15%	
	Cristales (Cx)	Cx=73%	

VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS

- _ Muestra levemente intemperizada.
- _ Esporádicos fragmentos de roca silificados (-20%).
- _ Arcillas (caolinita) relleno de moldes de cristales de hornblenda.

7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb=8%	TOBA DE CENIZA
	Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=15%	
	Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz=77%	

HCL: Ácido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.



FORMATO PETROGRÁFICO DE DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES

Código de muestra	MVH-58	Ubicación	Dpto.	Cajamarca
			Prov.	Cajamarca
			dtto.	Encañada
			C.P.	Combayo-Preñadero
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.	
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento II) Neógeno -Mioceno			15/02/23 DSC02785	
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g		
Muestra de mano de superficie	Volcánico	E: 784385 m, N:9221702 m, C:3204 m.s.n.m		

II. REGISTRO FOTOGRÁFICO

 <p style="text-align: center;">1. Afloramiento</p>	 <p style="text-align: center;">2. Muestra de mano</p>	 <p style="text-align: center;">3. Imagen microscopica (64X)</p>
--	---	---

III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO

Color	Gris rojizo	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Alta

IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Color (Superficie Fresca)	Gris claro
Dureza Mohs (Promedio)	4-4,5
Fractura	Irregular
Brillo	Vitreo
Reacciona con HCl (10%)	NO
Según contenido de sílice	Ácida

VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=15%; Qz(n)=27,78%	DACITA
	Feldespato potasico y/o alcalino (FPs)	FPs=4%;FPs(n)=7,41%	
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=35%; PGLs(n)=64,81%	
	Máficos (MFs)	bt=9%; Hor=10%	
	Matriz (M) y otros (O)	M y O=17%; OXs=10%	
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	-	N.A
	Fragmentos de rocas (Fr)	-	
	Cristales (Cx)	-	
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	-	N.A
	Lapilli (La) (64mm-2mm)	-	
	Ceniza (Cnz) (<2mm)	-	

V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS

Forma de los cristales	Subhedrales-Euhedrales	Grado de visibilidad	Fanerítica
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	3-6mm (grano grueso)
Textura Macroscópica	Porfíritico	Relación de los tamaños	Inequigranular

VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA

Depósito aglomerado.

VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS

_Muestra moderadamente intemperizada. _Contenido de OXs (hematita y limonita). _Cristales de Biotita levemente alterados. _Cuarzo aleatorio en toda la muestra. _Clastos de naturaleza porfíritica silificados.

HCL: Acido clorhídrico; N.A: No Aplica; bt:Biotita; Hor:Homblenda; OXs:Óxidos

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.



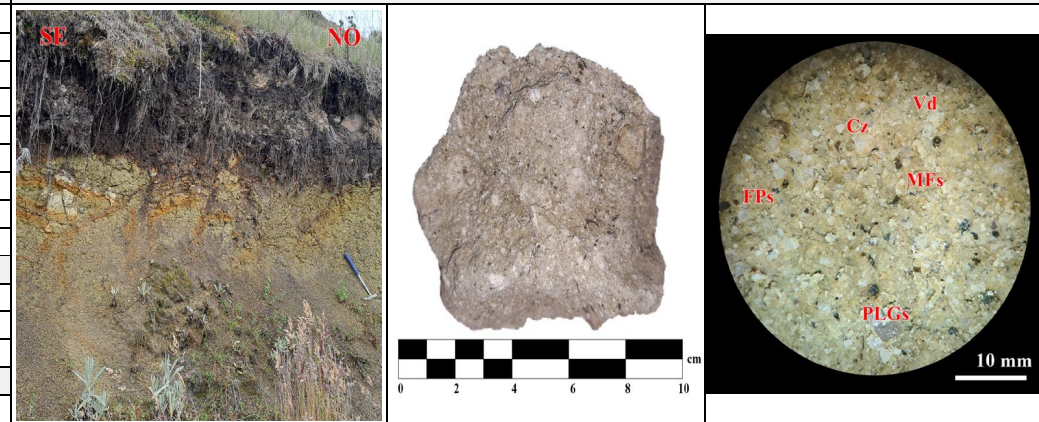
FORMATO PETROGRÁFICO DE DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES

Código de muestra		Ubicación	Dpto.	Cajamarca
MVH-59			Prov.	Cajamarca
			dtto.	Encañada
		C.P.	Combayo-El Milagro	
Unidad litoestratigráfica			Fecha / Código foto.	
Volcánico Huambos (Nm-huam. Evento IV) Neógeno -Mioceno			15/02/23 _DSC02800	
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/ Carta 15g		
Muestra de mano de superficie	Vulcanoclástica	E: 787617 m, N:9224148 m, C:3690 m.s.n.m		

II. REGISTRO FOTOGRÁFICO



1. Afloramiento 2. Muestra de mano 3. Imagen microscópica (52X)

III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO

Color	Gris claro	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica
Grado de Alteración	Débil	Grado de fracturación	Alta

IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Color (Superficie Fresca)	Gris verdoso
Dureza Mohs (Promedio)	2,5-3
Fractura	Irregular
Brillo	Mate, terroso
Reacciona con HCl (10%)	NO
Según contenido de sílice	Intermedia

VII. CLASIFICACIÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS

Forma de los cristales	Subhedral-Anhedral	Grado de visibilidad	Subfanerítica
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocrystalina
Color (% Máficos)	Leucocrática	Tamaño de los cristales	1-3,5mm (grano medio)
Textura Macroscópica	Fragmental	Relación de los tamaños	Inequigranular

AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=5%; Qz(n)=15,63%	ANDESITA CALCOALCALINA
	Feldespato potásico y/o alcalino (FPs)	FPs=7%;FPs(n)=21,88%	
	Feldespato Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=20%; PGLs(n)=62,50%	
	Máficos (MFs)	bt=7%; Hor=10%	
	Matriz (M) y otros (O)	M y O=43%; OXs=2%; flg=6%	
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	Vd=21%	TOBA DE CRISTALES
	Fragmentos de rocas (Fr)	Fr=9%	
	Cristales (Cx)	Cx=70%	
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	Bb=2%	TOBA DE LAPILLI
	Lapilli (La) (64mm-2mm)	La=34%	
	Ceniza (Cnz) (<2mm)	Cnz=64%	

VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLOGICA

Depósito de flujos piroclásticos de pómez, cenizas y fragmentos de roca.

VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS

_Esporádicos fragmentos de roca porfírica silificados (-10%) y lapilli de pomez de 0,4-1,7cm.
_Cristales de hornblenda levemente alterados con presencia de arcillas (illita-esmectita).
_Plagioclasas y feldespatos alcalinos muy fracturados.

HCL: Acido clorhídrico; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; OXs:Óxidos; flg: Flogopita

Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.



FORMATO PETROGRÁFICO DE DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS VOLCÁNICAS Y SUBVOLCÁNICAS

Título de Investigación: "CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA "

I. ASPECTOS GENERALES				II. REGISTRO FOTOGRÁFICO																																					
Código de muestra		Ubicación	Dpto.																																						
MVH-60			Prov.																																						
			dtto.																																						
			C.P.																																						
Unidad litoestratigráfica		Fecha / Código foto.																																							
Intrusivos -Subvolcánicos del Mioceno		15/02/23 _ DSC02805																																							
Tipo de muestra	Tipo de roca	Coordenadas / WGS84-17 S/Carta 15g																																							
Muestra de mano de superficie	Hipoabisal - subvolcánico	E: 787931 m, N:9222157 m, C:3312 m.s.n.m																																							
III. RASGOS DEL AFLORAMIENTO																																									
Color	Gris oscuro	Tipo de meteorización	Mecánica/Biológica																																						
Grado de Alteración	Débil-moderado	Grado de fracturación	Alta																																						
IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS																																									
Color (Superficie Fresca)	Gris oscuro verdoso																																								
Dureza Mohs (Promedio)	6-6,5																																								
Fractura	Irregular																																								
Brillo	Vítreo																																								
Reacciona con HCl (10%)	Débil																																								
Según contenido de sílice	Intermedia																																								
V. PROPIEDADES TEXTURALES MACROSCÓPICAS																																									
Forma de los cristales	Subhedrales-Euhedrales	Grado de visibilidad	Fanerítica																																						
Relación de los Cristales	Hipidiomórfica	Grado de cristalización	Hipocristalina																																						
Color (% Máficos)	Mesocrática	Tamaño de los cristales	3-12,5mm (grano grueso)																																						
Textura Macroscópica	Porfíritico-Coherente	Relación de los tamaños	Inequigranular																																						
VI. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA																																									
Subvolcánico intruyendo a los depósitos piroclásticos del Volcánico Huambos.																																									
VIII. OBSERVACIONES Y ABREVIATURAS																																									
_Leve magnetismo. _Fenocristales de biotitas conservadas con medidas de hasta 1,25 cm. _Eventual presencia de micas. _Se observó un xenolito de manera puntual.																																									
				<table border="1"> <thead> <tr> <th>AUTOR :</th> <th>MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA</th> <th>PORCENTAJE (%)</th> <th>NOMBRE DE LA ROCA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">7.1 STRECKEISEN (1979)</td> <td>Cuarzo (Cz)</td> <td>Qz=5%; Qz(n)=11,36%</td> <td rowspan="4">ANDESITA CALCOALCALINA</td> </tr> <tr> <td>Feldespatos potásico y/o alcalino (FPs)</td> <td>FPsk=9%;FPsk(n)=20,45%</td> </tr> <tr> <td>Feldespatos Sódico (Plagioclasa) (PGLs)</td> <td>PGLs=30%; PGLs(n)=68,18%</td> </tr> <tr> <td>Máficos (MFs)</td> <td>bt=15%; Hor=22%</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Matriz (M) y otros (O)</td> <td>M y O=15%; clt=4%</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">7.2 SCHMID (1981)</td> <td>Vidrio (Vd)</td> <td>-</td> <td rowspan="3">N.A</td> </tr> <tr> <td>Fragmentos de rocas (Fr)</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Cristales (Cx)</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">7.3 FISHER (1966)</td> <td>Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)</td> <td>-</td> <td rowspan="3">N.A</td> </tr> <tr> <td>Lapilli (La) (64mm-2mm)</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Ceniza (Cnz) (<2mm)</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>				AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA	7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=5%; Qz(n)=11,36%	ANDESITA CALCOALCALINA	Feldespatos potásico y/o alcalino (FPs)	FPsk=9%;FPsk(n)=20,45%	Feldespatos Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=30%; PGLs(n)=68,18%	Máficos (MFs)	bt=15%; Hor=22%		Matriz (M) y otros (O)	M y O=15%; clt=4%		7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	-	N.A	Fragmentos de rocas (Fr)	-	Cristales (Cx)	-	7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	-	N.A	Lapilli (La) (64mm-2mm)	-	Ceniza (Cnz) (<2mm)	-
AUTOR :	MINERALES / COMPONENTES / GRANULOMETRÍA	PORCENTAJE (%)	NOMBRE DE LA ROCA																																						
7.1 STRECKEISEN (1979)	Cuarzo (Cz)	Qz=5%; Qz(n)=11,36%	ANDESITA CALCOALCALINA																																						
	Feldespatos potásico y/o alcalino (FPs)	FPsk=9%;FPsk(n)=20,45%																																							
	Feldespatos Sódico (Plagioclasa) (PGLs)	PGLs=30%; PGLs(n)=68,18%																																							
	Máficos (MFs)	bt=15%; Hor=22%																																							
	Matriz (M) y otros (O)	M y O=15%; clt=4%																																							
7.2 SCHMID (1981)	Vidrio (Vd)	-	N.A																																						
	Fragmentos de rocas (Fr)	-																																							
	Cristales (Cx)	-																																							
7.3 FISHER (1966)	Bloques y bombas (Bb) (>64 mm)	-	N.A																																						
	Lapilli (La) (64mm-2mm)	-																																							
	Ceniza (Cnz) (<2mm)	-																																							
HCL: Acido clorhídrico; N.A: No Aplica; bt:Biotita; Hor:Hornblenda; clt:Clorita				Adaptado por: Melany Grissel Aguilar Malimba																																					

Fuente: Modificado de Arapa, 2020.

ANEXO 04. RESULTADOS Y CERTIFICADOS DE LABORATORIO

- Informe Técnico de Estudios Petrográficos (INGEMMET).



INFORME TÉCNICO DE ESTUDIOS
N° 018-2023-INGEMMET/DL-LP
(CÓDIGO INTERNO: 2023-0001)



INTRODUCCIÓN

A solicitud de la Srta. Melany Grissel Aguilar Malimba, se realizaron 10 estudios petrográficos, correspondiente a 10 muestras de acuerdo a la Solicitud N° 003-2023-INGEMMET/DL-ATTIG.

A. DEFINICIÓN DEL SERVICIO:

- ❖ El estudio petrográfico, comprende la descripción macroscópica y microscópica de una muestra. La descripción macroscópica se realiza a través de una inspección visual ayudada por una lupa de mano o un estereomicroscopio, la cual consiste en la identificación de minerales constituyentes de la roca mediante pruebas físicas como color, forma, dureza, etc. y pruebas químicas: reacción con ácido clorhídrico al 10%. Luego, se realiza una descripción microscópica de las secciones delgadas a través del microscopio de polarización, en este punto se determina y describe los minerales constituyentes de la roca, asociaciones, aspectos texturales, porcentajes cualitativos, alteraciones y se procede a dar la clasificación de la roca de acuerdo a la composición mineralógica hallada. Finalmente, se toma las fotomicrografías de una zona representativa de la muestra con una cámara marca Leica modelo DFC450 C y el software LAS V.5.0.

B. RESULTADOS OBTENIDOS:

Elaborado por:	Miguel Victor Chumbe Salazar	Firma:	
----------------	------------------------------	--------	--


a) Estudios petrográficos.

N°	Código de la muestra	Estudio petrográfico (Clasificación de la roca)
1	MVH-11	Andesita porfirítica
2	MVH-17	Toba de cristales, líticos y ceniza
3	MVH-13	Toba de cristales de composición andesítica
4	MVH-32	Toba cristalítica andesítica
5	MVH-01	Toba cristalítica andesítica
6	MVH-35	Toba cristalítica
7	MVH-21	Toba cristalítica
8	MVH-22	Toba silicificada
9	MVH-12	Andesita porfirítica desvitrificada
10	MVH-25	Andesita porfirítica

Ing. ANA LUZ CONDORHUAMAN
SUAREZ
Laboratorio de Petromineralogía

San Borja, 11 de abril de 2023

Resultados de Análisis Químicos (INGEMMET)

	FORMATO	Código: M2.2-F-134 Versión: 02 Fecha aprob.: 06/06/2022 Página: 2 de 4
	INFORME DE ENSAYO	

Ensayos solicitados		Roca total 18 elementos ²										LOI ⁴	Roca total 18 elementos ²			Multielemental 33 elementos ³					
Código del proceso		M2.2.2.1-2.										M2.2.2.1-3.	M2.2.2.1-2.			M2.2.2.1-4.					
Fecha de análisis:		2023-06-17										2023-06-25	2023-06-17			2023-06-15					
Elementos		Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	MnO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SiO ₂	TiO ₂	LOI	Y	Zr	Ba	Co	Cr	Ni	Sr	Zn	
Unidades		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
No	Código	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	5	5	5	1	1	5	10	1	
1	MVH-11	20.47	2.29	3.26	1.80	0.62	0.04	1.42	0.08	60.19	0.61	9.06	16	130	638	5	7	<5	438	97	
2	MVH-17	15.15	2.73	2.32	2.43	0.42	0.03	2.43	0.16	62.80	1.13	8.74	6	220	738	2	10	<5	628	38	
3	MVH-13	16.37	2.29	4.81	2.98	0.63	0.04	2.94	0.10	65.14	0.55	3.22	11	186	866	10	11	<5	537	89	
4	MVH-32	17.06	2.79	5.76	2.55	0.57	0.05	2.66	0.29	62.71	0.73	3.42	9	184	827	9	12	<5	632	58	
5	MVH-01	16.84	2.39	6.19	2.32	0.18	0.02	2.14	0.27	57.05	0.87	11.55	<5	180	830	4	18	<5	792	46	
6	MVH-35	19.48	2.13	4.41	2.22	0.16	0.02	2.27	0.17	60.00	0.68	7.18	10	167	995	8	17	6	849	208	
7	MVH-21	17.31	3.40	4.30	2.23	0.43	0.21	3.47	0.22	63.49	0.52	3.07	9	143	1228	9	9	<5	831	104	
8	MVH-22	21.90	0.05	1.47	0.30	<0.01	<0.01	0.34	0.16	58.93	0.57	14.88	<5	118	894	<1	8	<5	480	<1	
9	MVH-25	21.24	1.78	2.33	2.23	0.44	0.03	1.52	0.23	56.50	0.59	12.52	15	124	759	12	6	<5	776	62	
10	MVH-12	17.14	7.27	9.16	1.18	3.33	0.29	2.93	0.40	49.58	0.83	7.86	23	87	620	21	9	<5	710	58	


LDM: Límite de detección del método.



Método de referencia:

- Realizar el ensayo de elementos mayores en muestras sólidas por fusión eléctrica con metaborato de litio e ICP-OES, M2.2.2.1-2. (Proceso).
- Realizar ensayo de elementos menores en muestras sólidas por digestión multiácida e ICP-OES, M2.2.2.1-4. (Proceso).
- Realizar el ensayo de pérdida de ignición en muestras sólidas, M2.2.2.1-3. (Proceso).

Fecha de emisión del informe de ensayo: 2023-06-23.

	FORMATO	Código: M2.2-F-134 Versión: 02 Fecha de aprob.: 6/06/2022 Página: 3 de 4
	INFORME DE ENSAYO	


Ensayos solicitados		Multielemental 33 elementos ³													Multielemental 33 elementos ⁵													Roca total 18 elementos ²												
Código del proceso		M2.2.2.1-4.													M2.2.2.1-12.													M2.2.2.1-2.												
Fecha de análisis:		2023-06-15													2023-06-15													2023-06-17												
Elementos		Ag	Ba	Co	Cr	Cu	La	Li	Ni	Pb	Sc	Rb	Sr	V	Zn	As	Bi	Cd	Mo	Sb	Ti	W	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Si	Ti	Y	Zr						
Unidades		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm					
No	Código	0.5	5	1	1	2	2	2	5	5	5	2	2	10	1	5	10	1	2	2	0.5	5	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	5	5						
1	MVH-11	<0.5	638	5	7	19	11	5	<5	<5	11	121	438	93	97	6	<10	<1	<2	<2	1.0	<5	10.83	1.64	2.28	1.49	0.37	0.03	1.05	0.03	28.13	0.37	16	130						
2	MVH-17	<0.5	738	2	10	4	17	4	<5	7	12	142	628	151	38	13	<10	<1	3	<2	<0.5	<5	8.02	1.95	1.62	2.02	0.25	0.02	1.80	0.07	29.35	0.68	6	220						
3	MVH-13	<0.5	866	10	11	16	17	10	<5	<5	12	93	537	72	89	6	<10	<1	<2	<2	<0.5	<5	8.66	1.63	3.36	2.48	0.38	0.03	2.18	0.04	30.45	0.33	11	186						
4	MVH-02	<0.5	827	9	12	13	30	7	<5	<5	10	90	632	75	58	<5	<10	<1	<2	<2	<0.5	<5	9.03	1.99	4.03	2.12	0.35	0.04	1.97	0.13	29.31	0.44	9	184						
5	MVH-01	<0.5	830	4	18	11	20	3	<5	7	14	96	792	140	46	8	<10	<1	<2	<2	1.0	<5	8.91	1.71	4.33	1.93	0.11	0.01	1.59	0.12	26.66	0.52	<5	180						
6	MVH-35	<0.5	995	8	17	19	24	5	6	<5	16	67	849	124	208	5	<10	<1	<2	<2	<0.5	<5	10.31	1.52	3.08	1.84	0.10	0.01	1.69	0.07	28.04	0.41	10	167						
7	MVH-21	<0.5	1228	9	9	9	27	11	<5	<5	13	70	831	43	104	5	<10	<1	<2	<2	<0.5	<5	9.16	2.43	3.01	1.85	0.26	0.16	2.58	0.10	29.67	0.31	9	143						
8	MVH-22	<0.5	1269	<1	8	5	21	<2	<5	7	8	21	480	106	<1	35	<10	<1	2	<2	<0.5	<5	11.59	0.04	1.03	0.25	<0.01	<0.01	0.25	0.07	27.54	0.34	<5	118						
9	MVH-25	<0.5	759	12	6	35	16	11	<5	<5	12	102	776	104	62	6	<10	<1	<2	<2	1.0	<5	11.24	1.27	1.63	1.85	0.27	0.02	1.12	0.10	26.41	0.35	15	124						
10	MVH-12	<0.5	620	21	9	18	21	27	<5	<5	14	28	710	102	58	<5	<10	<1	<2	<2	<0.5	<5	9.07	5.19	6.41	0.98	2.01	0.23	2.17	0.18	23.17	0.50	23	87						



Método de referencia:

- Realizar el ensayo de elementos mayores en muestras sólidas por fusión eléctrica con metaborato de litio e ICP-OES, M2.2.2.1-2. (Proceso).
- Realizar ensayo de elementos menores en muestras sólidas por digestión multiácida e ICP-OES, M2.2.2.1-4. (Proceso).
- Realizar ensayo de elementos menores en muestras sólidas por digestión multiácida e ICP-MS, M2.2.2.1-12. (Proceso).

Fecha de emisión del informe de ensayo: 2023-06-23.

	FORMATO	Código: M2.2-F-134 Versión: 02 Fecha de aprob.: 6/06/2022 Página: 4 de 4
	INFORME DE ENSAYO	

Ensayos solicitados		Multielemental 23 elementos ⁶																						
Código del proceso		M2.2.2.1-7.																						
Fecha de análisis:		2023-06-22																						
Elementos		Be	Ce	Cs	Dy	Er	Eu	Ga	Gd	Hf	Ho	In	Lu	Nb	Nd	Pr	Sm	Ta	Tb	Th	Tm	U	W	Yb
Unidades		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
No	Código	0.6	0.5	0.05	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.2	0.1	0.2	0.15	0.5	0.1	0.1	0.1	0.5	0.1	0.2	0.1	0.1	1	0.1
1	MVH-11	1.9	21.7	18.92	2.6	1.7	0.9	24.8	2.3	3.5	0.5	<0.2	0.29	7.2	9.8	2.5	2.0	0.6	0.4	5.3	0.3	2.2	1	1.8
2	MVH-17	1.2	31.3	8.60	1.2	0.7	0.7	24.8	1.8	5.7	0.2	<0.2	<0.15	8.7	15.0	3.7	2.5	0.5	0.2	5.2	0.1	1.8	1	0.8
3	MVH-13	1.4	32.0	3.58	2.1	1.2	0.9	22.7	2.6	5.3	0.4	<0.2	0.18	4.9	15.7	3.9	3.2	<0.5	0.4	7.6	0.2	2.5	<1	1.2
4	MVH-32	1.9	59.6	4.90	2.1	1.1	1.1	24.7	3.4	5.3	0.4	<0.2	0.17	5.5	28.3	7.2	4.6	<0.5	0.4	7.0	0.2	2.4	<1	1.2
5	MVH-01	1.5	44.2	18.16	1.1	0.6	0.8	30.0	1.8	5.0	0.2	<0.2	<0.15	7.5	22.9	5.8	3.1	<0.5	0.3	6.2	<0.1	2.0	1	0.6
6	MVH-35	2.1	47.3	2.40	1.8	1.0	1.1	26.3	2.8	4.8	0.4	<0.2	0.15	6.2	25.9	6.2	4.3	<0.5	0.4	5.8	0.1	2.2	<1	1.0
7	MVH-21	1.6	51.4	2.47	2.1	1.1	1.2	25.6	3.1	4.3	0.4	<0.2	0.18	5.4	27.2	6.8	4.3	<0.5	0.4	6.3	0.2	1.9	<1	1.1
8	MVH-22	<0.6	36.5	4.34	0.6	0.2	0.8	23.4	1.5	3.3	<0.1	<0.2	<0.15	6.1	15.6	4.1	2.4	0.5	0.2	4.3	<0.1	1.7	<1	0.2
9	MVH-25	1.5	29.6	23.84	2.6	1.5	1.0	25.3	2.7	3.3	0.5	0.3	0.26	6.6	14.3	3.6	2.8	0.5	0.4	5.3	0.2	2.2	<1	1.6
10	MVH-12	1.2	39.6	0.28	4.1	2.4	1.6	19.2	4.3	2.4	0.8	<0.2	0.38	4.9	21.7	5.0	4.6	<0.5	0.7	2.7	0.4	0.8	<1	2.4

LDM: Límite de detección del método.

Método de referencia:

- Realizar ensayo de tierras raras en muestras sólidas por fusión eléctrica con metaborato de litio e ICP-MS, M2.2.2.1-7. (Proceso).



Documento firmado digitalmente
 Quim. Mayra M. Mogrovejo Román
 CQP 1044
 Especialista coordinador del Laboratorio de Química Dirección de Laboratorios INGEMMET

- **Informe de Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X (Athena Minerals E.I.R.L).**

Lima 03 de julio 2023



Ensayo:

Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X (XRF)

SOLICITADO POR:

MELANY GRISSEL AGUILAR MALIMBA

TESIS: “CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS ELTRIUNGO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA”.

ATHENA MINERALS EIRL

Daniel Merino Natorce
TITULAR GERENTE



- **Informe de Espectrometría por Infrarrojo (South America Mining Solutions).**



**SOUTH AMERICA MINING
SOLUTIONS**

Lima 29 de junio del 2023

Ensayo:

PROCESAMIENTO DE MUESTRAS DE ROCA A TRAVÉS DE ESPECTROMETRÍA DEL INFRARROJO.

SOLICITADO POR:

MELANY GRISEL AGUILAR MALIMBA

FINALIDAD ACADÉMICA:

TESIS: “CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNGO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA”.

**SOUTH AMERICA MINING
SOLUTIONS SAC**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'JP Vargas', is written over a horizontal dashed line.

ING. JEAN PAUL VARGAS
ATOCHINGENIERO
GÉOLOGO
CIP: 084837

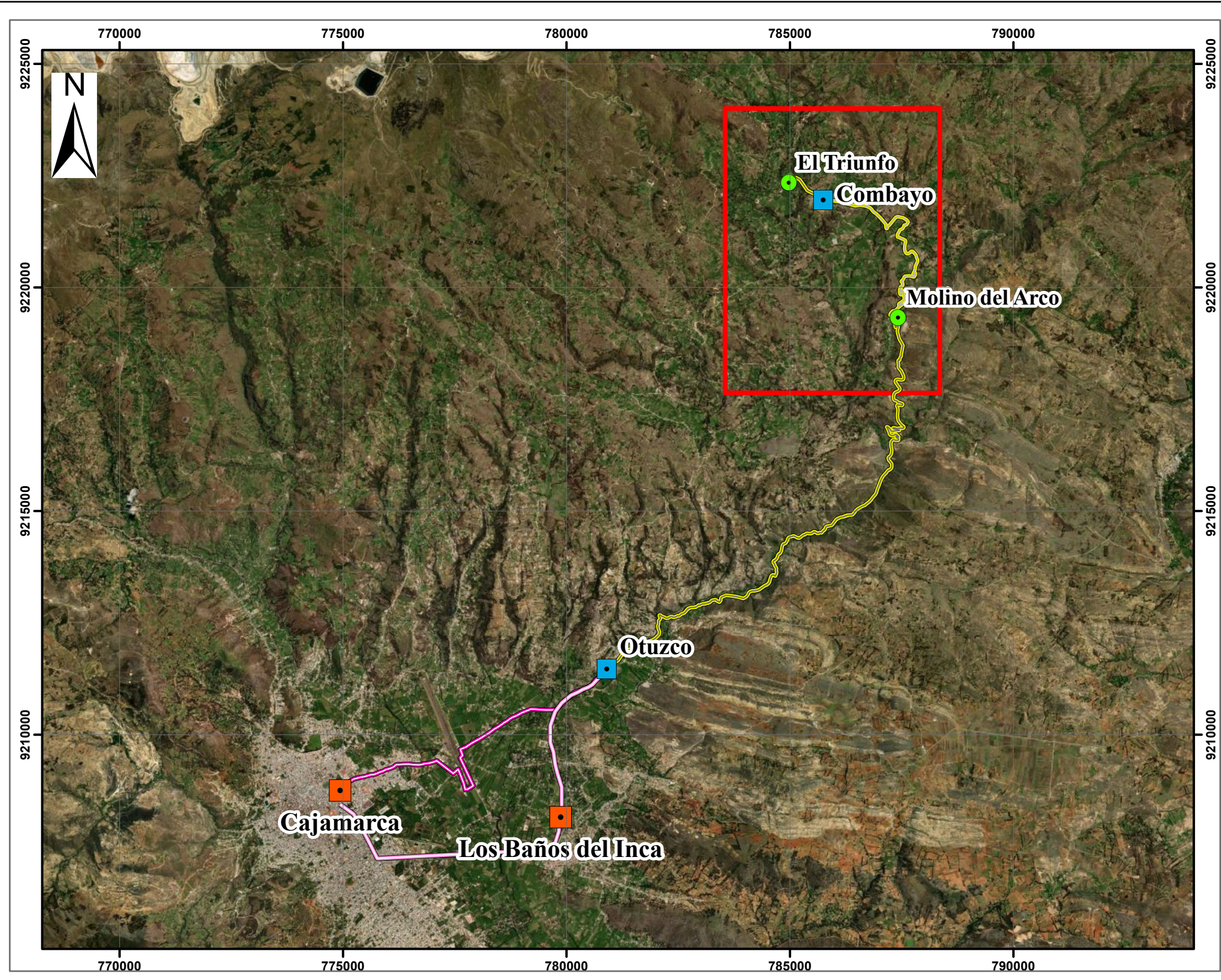
Paul Vargas Atoche

Teléfono Perú: +51 982 800 246
Teléfono Ecuador: +593 98 894 4156
Correo electrónico: paul.vargas@sams-geo.com
Página web: www.sams-geo.com

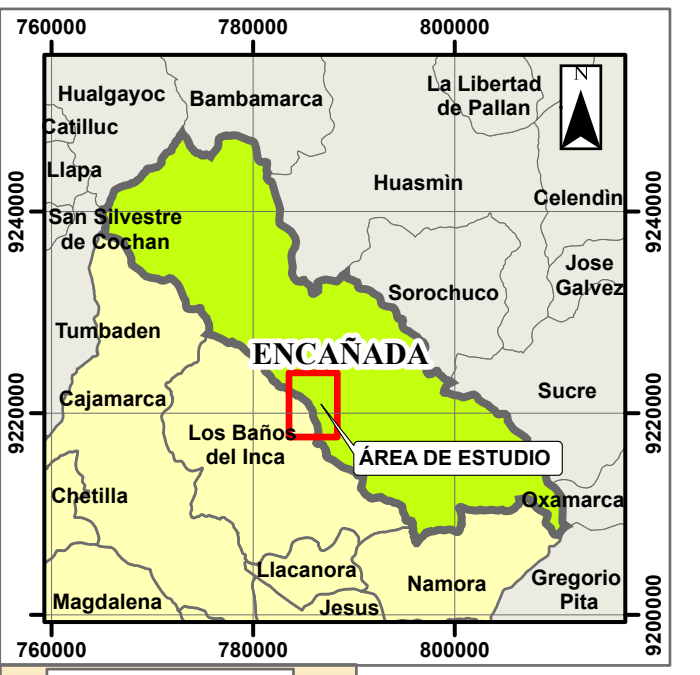
CONFIDENCIAL – South America Mining
Solutions

ANEXO 05. PLANOS TEMÁTICOS

- Plano N° 01: Ubicación y Accesibilidad
- Plano N° 02: Satelital
- Plano N° 03: Modelo Digital de Elevación
- Plano N° 04: Geológico
- Plano N° 05: Secciones Geológicas
- Plano N°06: Columna Estratigráfica Volcánica
- MAPA GEOLÓGICO DEL CUADRÁNGULO DE SAN MARCOS
PROPUESTO POR EL INGEMMET (CARTOGRAFIADO 1:100 000)
Mapa Geológico del Cuadrángulo de San Marcos – Hoja 15 g
Leyenda y tabla geocronológica del Mapa Geológico del Cuadrángulo de San Marcos – Hoja 15 g



PLANO PROVINCIAL 1:2,000,000
0 10 20 40 60 80 100 km




PLANO DISTRITAL 1:750,000
0 5 10 20 30 40 50 km

ACCESIBILIDAD				
SIMBOLOGÍA	TRAMO	TIPO DE VÍA	DISTANCIA	TIEMPO
	Cajamarca - Otuzco	Asfaltada	11.7 km.	24 min.
	Cajamarca - Baños del Inca- Otuzco	Asfaltada	11.2 km.	40 min.
	Otuzco - Combayo	Trocha Carrozable	21.6 km.	56 min.

1 cm = 1,000 m
0 0.5 1 2 3 4 5 Km
Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 17S
Projection: Transverse Mercator
Datum: WGS 1984

SIMBOLOGÍA	
	Districtos
	Centros Poblados
	Caseríos
	Área de estudio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica



Tesis:
CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA

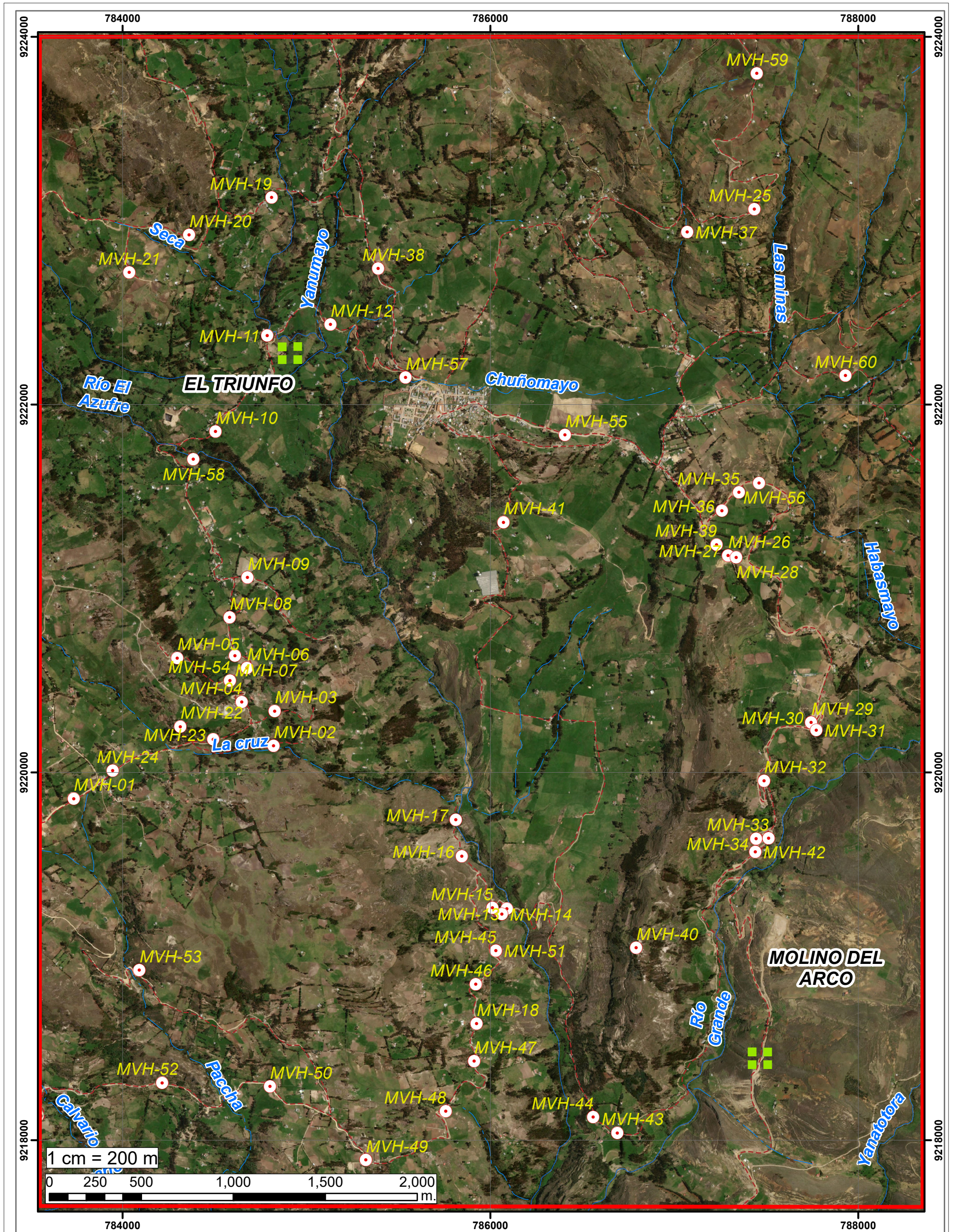
Plano: Ubicación y Accesibilidad

Tesista: Bach. Melany Grissel Aguilar Malimba

Asesor: Dr. Ing. Crispin Zenón Quispe Mamani

Nº Plano:
01

Datum: WGS 84	Zona: 17S	Fecha: 04/07/2023	Escala: 1/100000
---------------	-----------	-------------------	------------------



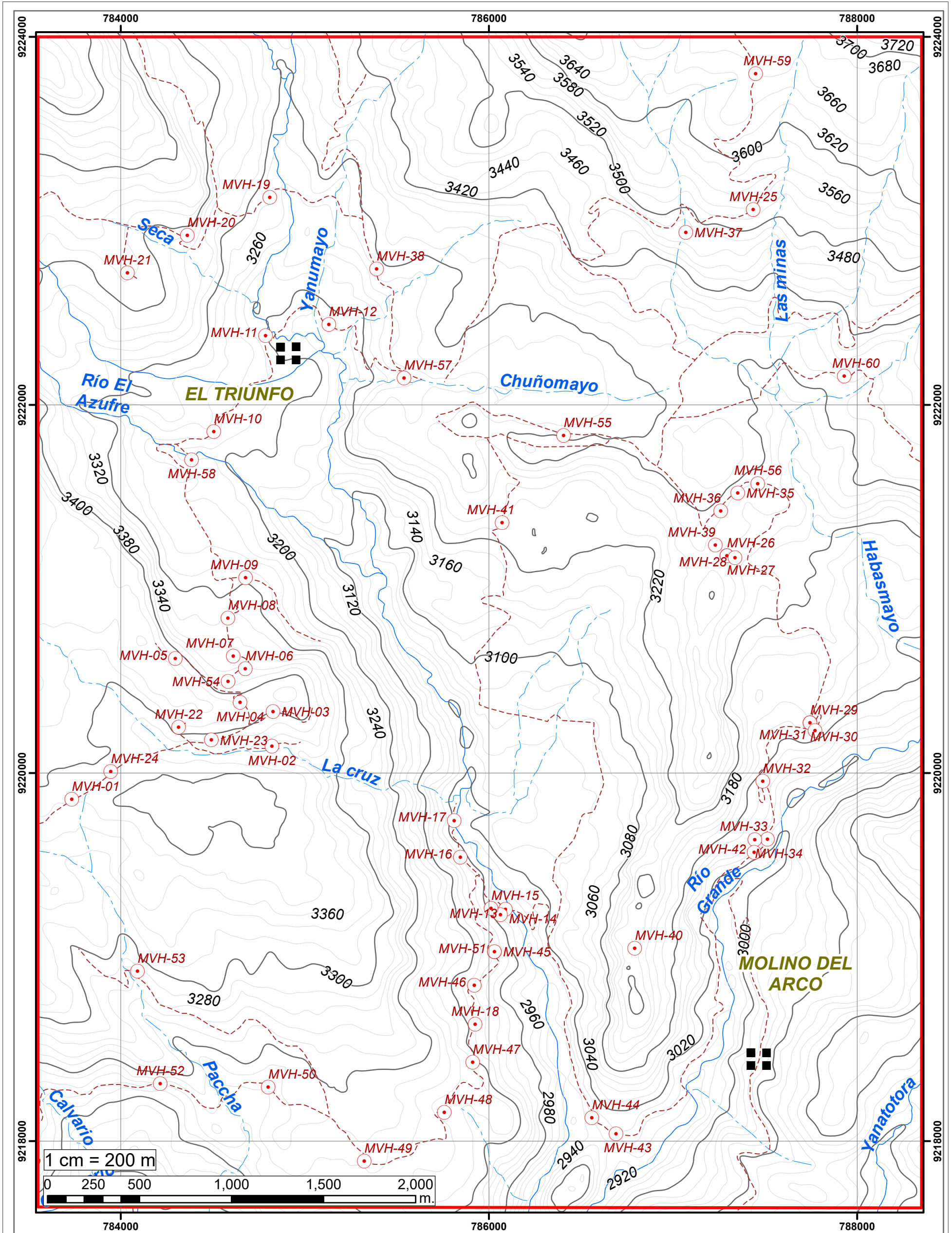
SIMBOLOGÍA

- | | | | |
|------------------|--|-----------------|--|
| Centros Poblados | | Vías | |
| Muestras de roca | | Área de estudio | |
| Río Principal | | | |
| Quebrada | | | |




Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 17S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984

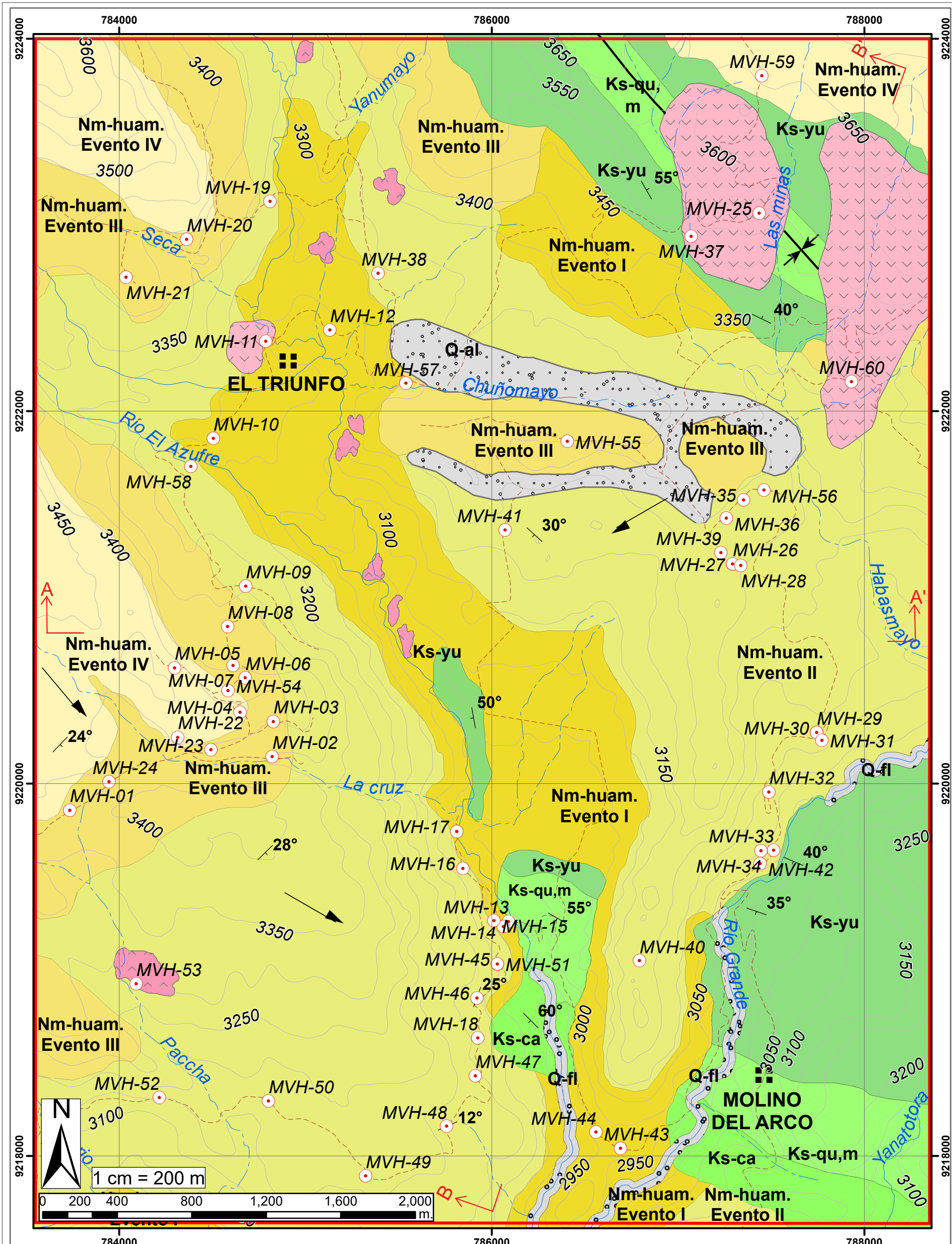
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica			
Tesis: CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA			
		N°Plano: 02	
Plano: Satelital		Tesista: Bach. Melany Grissel Aguilar Malimba Asesor: Dr. Ing. Crispin Zenón Quispe Mamani	
Datum: WGS 84	Zona: 17S	Fecha: 04/07/2023	Escala: 1/20000



SIMBOLOGÍA	
Centros Poblados	■ ■ ■ ■
Muestras de roca	○
Río Principal	~~~~~
Quebrada	- - - - -
	Curvas de nivel/20
	Curvas de nivel/100
	Vías
	Área de estudio


 Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 17S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica			
	Tesis: CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA		
	Plano: Modelo Digital de Elevación	N°Plano: 03	
Tesista: Bach. Melany Grissel Aguilar Malimba	Asesor: Dr. Ing. Crispin Zenón Quispe Mamani		
Datum: WGS 84	Zona: 17S	Fecha: 04/07/2023	Escala: 1/20000



LITOLOGÍA		SIMBOLOGÍA	
CUATERNARIO	VOLCÁNICO HUAMBOS	Muestras de roca	Centros Poblados
Q-al: Coluvial, aluvial	Nm-huam. Evento IV	Sinclinal	Curvas de nivel
Q-fl: fluvial	Nm-huam. Evento III	Inclinación	Río Principal
INTRUSIVOS	Nm-huam. Evento II	Contactos	Quebrada
Dacítico	Nm-huam. Evento I	Dirección del flujo	Vías
Andesítico		Área de estudio	Sección Geológica
CRETÁCICO SUPERIOR			
Ks - ca: Formación Cajamarca			
Ks - qu, m: Formación Mujarrún, Grupo Quilquiñán			
Ks - yu: Formación Yumagual			

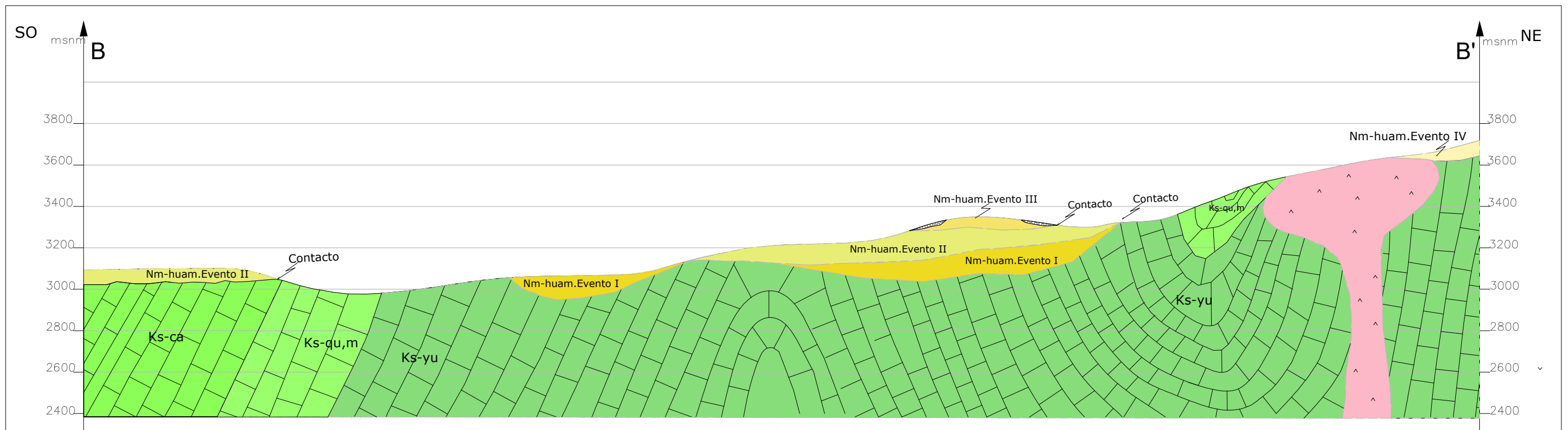
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica

Tesis:
 CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA

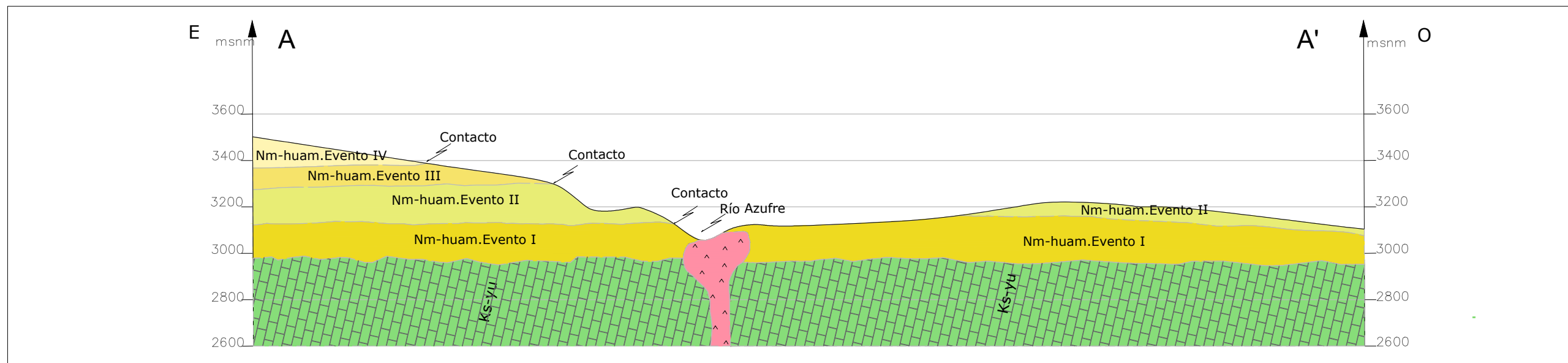
Plano: Geológico N° Plano: 04

Tesista: Bach. Melany Grissel Aguilar Malimba
 Asesor: Dr. Ing. Crispín Zenón Quispe Mamani

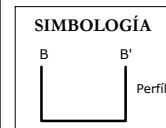
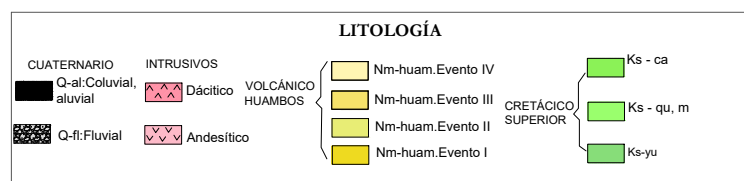
Datum: WGS 84 Zona: 17S Fecha: 04/07/2023 Escala: 1/20000



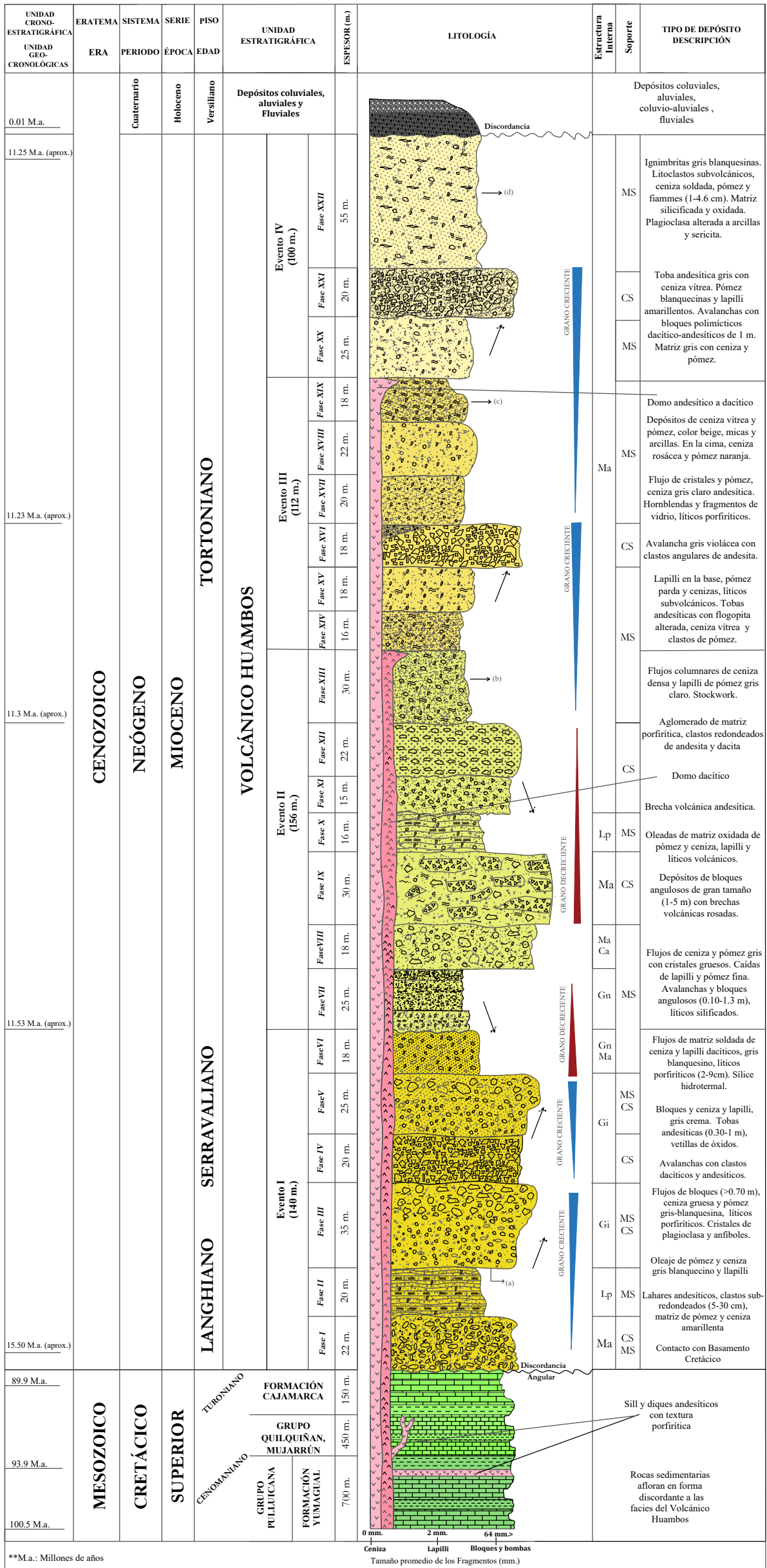
SECCIÓN VISTA SO – NE



SECCIÓN VISTA E– O



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica			
	Tesis: CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA		
	Plano: Secciones Geológicas		N° Plano:
	Tesista: Bach. Melany Grissel Aguilar Malimba		05
Asesor: Dr. Ing. Crispín Zenón Quispe Mamani			
Datum: WGS 84	Zona: 17S	Fecha: 04/07/2023	Escala: 1/20000



SIMBOLOGÍA VOLCANOCLÁSTICA Y SUBVOLCÁNICA

- Agglomerado volcánico
- Toba volcánica
- Toba vitrea
- Fragmentos Líticos
- Fragmentos pumiceos
- Fiammes deformados
- Estructura laminar
- Lahar/flujo de escombros
- Brecha piroclástica
- Avalancha de escombros
- Oleadas
- Flujos de ceniza
- Flujos de pómez y ceniza
- Flujos de bloques y ceniza
- Lapilli



Consideraciones:

**La Columna Estratigráfica se ha construido utilizando la información actualizada de la Carta Geológica Nacional a escala 1:100 000, elaborada por el INGEMMET durante los años 2017-2018 y el estudio realizado por Herrera (2012).

**En cuanto a la geocronología, las dataciones absolutas se han obtenido a partir de investigaciones realizadas por Longo (2005) y Navarro et al. (2012) en colaboración con el INGEMMET.

LITOLOGÍA

CUATERNARIO	INTRUSIVOS	VOLCÁNICO HUAMBOS	CRETÁCICO SUPERIOR
Q-al: Coluvial, aluvial	Dácítico	Nm-hum.Evento IV	Ks - ca: Formación Cajamarca
Q-fl: Fluvial	Andesítico	Nm-hum.Evento III	Ks - qu, m: Formación Mujarrún y Grupo Quilquínán
		Nm-hum.Evento II	Ks - yu: Formación Yumagual
		Nm-hum.Evento I	

Abreviaturas utilizadas

Estructuras:	CS: Clasto Soportado
Ma: masivo	MS: Matriz Soportada
Lp: laminar paralelo	
Ca: caótica	
Gi: gradación inversa	
Gn: gradación normal	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica

Tesis: CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DEL VOLCÁNICO HUAMBOS ENTRE LOS CASERÍOS EL TRIUNFO Y MOLINO DEL ARCO, CENTRO POBLADO COMBAYO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA

Plano: Columna Estratigráfica Volcánica N° Plano: 06

Tesisista: Bach. Melany Grissel Aguilar Malimba
Asesor: Dr. Ing. Crispin Zenón Quispe Mamani

Datum: WGS 84 Zona: 17S Fecha: 04/07/2023 Escala: 1/2000

MAPA GEOLÓGICO DEL CUADRÁNGULO DE SAN MARCOS - HOJA 15g

LEYENDA

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	EDAD (Ma)	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS Y SUBVOLCÁNICAS
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO		Depósito fluvial Q-fl Acumulaciones más jóvenes de gravas, arenas y limos depositados en los cauces de ríos formando terrazas	
				Depósito aluvial Q-al Gravas con clastos redondeados envueltos en una matriz arenosa, con pequeños lentes arenosos. Se presentan en los márgenes de los ríos, formando terrazas	
				Depósito lacustrino Q-la Material fino areno-arcilloso, con intercalaciones de gravas, depositadas en pequeñas cuencas antes ocupadas por lagunas	
		PLEISTOCENO		Depósito glaciar Q-gl Cantos de tamaño medio a grueso, principalmente de cuarcitas y calizas englobadas en matriz de arenas, limos y arcillas	
				Discordancia angular	
				Formación Condebamba N-con Intercalación de areniscas gruesas, arcillas rojizas y conglomerados gruesos, redondeados con matriz arenosa	
	NEÓGENO	MIOCENO		Formación Cajabamba Nm-cjb Lutitas, lodolitas y areniscas finas blanco amarillentas. Presenta fósiles de ostrácodos, gasterópodos y lamelibranchios	
				Formación Huambos Nm-huam Tobs y brechas dacíticas, con fragmentos de pómez, presenta niveles de tobas andesíticas rojizas. Estratos medios a gruesos bien estratificados	
				Discordancia angular	
	PALEÓGENO	OLIGOCENO		Formación Porculla Po-po Flujos dacíticos intercalados con derrames andesíticos. Estratos medianos a gruesos pobremente estratificados	P-da Dacita
				Discordancia angular	
				Formación Chota KsP-cho Conglomerados intercalados con tobas gris verdosos	P-and Andesita
MESOZOICO	CRETÁCICO	SUPERIOR		Formación Celendín Ks-ce Caliza nodular arcillosa crema oscuro a marrón, intercaladas con lutitas y margas grises	
				Formación Cajamarca Ks-ca Calizas grisáceas o blanquecinas con estratificación regular y uniforme. Espesor aproximado de 200 m	
				Grupo Quilquiñán, Mujarrán Ks-qu,m Calizas nodulares macizas, margas y lutitas pardo amarillentas fosilíferas	
				Grupo Quilquiñán Ks-qu Lutitas friables gris oscuras a negras y niveles de margas gris azuladas, intercaladas con delgados niveles de calizas	
				Grupo Pulluicana Ks-pu Intercalación de calizas grises, lutitas friables gris oscuras a negras y niveles de margas	
				Formación Chulec, Pariatambo Ki-chu,pt Formación Pariatambo Ki-pt Calizas negras, bituminosas, con olor fétido intercaladas con delgados niveles de lutitas negras	
	INFERIOR		Formación Chulec Ki-chu Lutitas grises, margas amarillentas y calizas lutáceas delgadas y nodulares marrón crema		
			Formación Inca Ki-i Caliza masiva arenosa, brechas calcáreas, areniscas y lutitas ferruginosas en capas delgadas intercaladas con caliza impura		
			Discordancia paralela		
			Formación Farrat Ki-f Areniscas, cuarcitas blanquecinas y marrones bien estratificadas en capas medianas e intercaladas con horizontes de lutitas grises, marrones y rosadas		
			Formación Carhuaz Ki-ca Lutitas arenosas pardo rojizas, intercaladas con limolitas marrón rojizas y lechos de cuarcita pardo grisácea y ocasionales capas de calizas grises de grano fino		
			Formación Santa Ki-s Intercalación de lutitas y calizas margosas, areniscas gris oscuras. Espesor promedio 100 a 150 m		
JURÁSICO	SUPERIOR		Formación Chimú Ki-chi Areniscas, cuarcitas, lutitas y niveles de carbón en la parte inferior, y cuarcitas en la parte superior		
			Formación Chicama Js-ch Lutitas negras laminares y deleznales, con intercalaciones de areniscas grises y horizontes arcillosos		
			Formación Condorsinga Ji-c Calizas gris claras y oscuras en estratos gruesos, calcoarenitas amarillentas		
	MEDIO		Formación Chambará Ts-ch Calizas blancas en bancos medianos a gruesos, calizas arenosas y areniscas calcáreas con limoarcillitas		
			Discordancia angular		
			Grupo Mitu PET-m Areniscas, lodolitas, conglomerados polimícticos, tobas y brechas polimícticas bien cementadas		
PERMIANO	LOPINGIANO		Discordancia angular		
			Discordancia angular		
			Discordancia angular		
	GUADALUPIANO		Discordancia angular		
			Discordancia angular		
			Discordancia angular		
CISURALIANO		Discordancia angular			
		Discordancia angular			
NEO-PROTEROZOICO			Complejo del Maraión NP-cm-esq,gn Esquistos gris verdosos y gneises grises a rosados. Ambos presentan dos esquistocidades	Pp-gd Granodiorita	

REPÚBLICA PERU
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA REGIONAL
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO
INGEMMET
MAPA GEOLÓGICO DEL CUADRÁNGULO DE SAN MARCOS 15g (1256)
SERIE A: CARTA GEOLÓGICA NACIONAL
ESCALA 1:100 000
Presidente del Consejo Directivo: Oscar Hubert Bernuy Verand
Secretario General: Ricardo Javier Flores Herrera
Coordinador de Geología y Laboratorio de la PCG: Lionel Virgilio Fidel Smed
Asesor de Investigación Geológica: José Enrique Machari Ordóñez
Director (e) de Geología Regional: Pedro Alexis Navarro Colque
Autores:
Base Geológica (1980): L. Reyes
Revisión: A. Sánchez
Revisión de mapa integrado (2017)
Edición: OSI - Cartografía Geológica Digital
Digitalización y SIG:
Referencia geodésica:
Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM)
Zona 17, Datum Sistema Geodésico Mundial 1984 (WGS84)
Impreso en el 2017
Razón Social: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)
Dirección: Av. Canadá N° 1470 San Borja Lima - Perú
INGEMMET
Derechos Reservados. Prohibida su Reproducción.

DATAIONES RADIOMÉTRICAS

Edad (Ma)	Método	Longitud	Latitud	UTM_E	UTM_N	Zona	Material	Tipo de roca	Unidad	Muestra	Referencia
11.15±0.15	Ar-Ar	-78.395	-7.080	787728.3472	9216623.034	17	homblenda	piroclasto	Yanacocha	PN06-287	Navarro (2012)
11.22±0.08	Ar-Ar	-78.403	-7.055	786903.411	9219349.919	17	plagioclasa	flujo piroclastico	Secuencia ignimbritica San Jose	VC-1	Longo (2005)
11.23±0.08	Ar-Ar	-78.399	-7.033	787392.5196	9221814.944	17	feldespato	flujo piroclastico	Secuencia ignimbritica San Jose	VC1	Longo (2005)
11.25±0.07	Ar-Ar	-78.461	-7.014	780527.5325	9223944.075	17	plagioclasa	flujo piroclastico	Secuencia ignimbritica San Jose	DE36	Longo (2005)
11.27±0.07	Ar-Ar	-78.452	-7.048	781546.0021	9220131.954	17	plagioclasa	flujo piroclastico	San Jose Ignimbrita	CB38	Longo (2005)
11.28±0.22	Ar-Ar	-78.401	-7.062	787120.0635	9218551.95	17	homblenda	flujo piroclastico	Secuencia ignimbritica San Jose	RC-6	Longo (2005)
11.29±0.15	Ar-Ar	-78.452	-7.048	781546.0021	9220131.954	17	homblenda	flujo piroclastico	San Jose superior	CB38	Longo (2005)
11.3±0.08	Ar-Ar	-78.400	-7.053	787247.2227	9219547.193	17	feldespato	flujo piroclastico	San Jose Ignimbrita medio	CB59	Longo (2005)
11.4±0.6	Ar-Ar	-78.455	-7.122	781125.6761	9212023.106	17	homblenda	flujo piroclastico	San Jose Ignimbrita medio_Ventanillas de Otuzco - Otuzco Tuff	90-12	Noble et al. (1990)
11.41±0.22	Ar-Ar	-78.490	-7.055	777297.4508	9219479.996	17	homblenda	piroclasto	Yanacocha	PN06-282	Navarro (2012)
11.43±0.06	Ar-Ar	-78.438	-7.024	783064.1796	9222812.631	17	feldespato	dacita	San Jose Ignimbrita	CB56	Longo (2005)
11.45±0.12	Ar-Ar	-78.491	-7.104	777101.8845	9213970.498	17	biotita	piroclasto	Yanacocha	PN06-382	Navarro (2012)
11.49±0.09	Ar-Ar	-78.484	-7.020	777937.272	9223338.374	17	homblenda	brecha	Secuencia ignimbritica San Jose	BS-3	Longo (2005)
11.53±0.13	Ar-Ar	-78.401	-7.077	787143.953	9216891.895	17	plagioclasa	flujo piroclastico	Secuencia ignimbritica San Jose_Combayo	VC-4	Longo (2005)

Existen más dataciones en el mapa, se pueden descargar de la base de datos del INGEMMET