

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN GEOCIENCIAS,
MINERIA Y QUIMICA

INGEOMINAS

UNIDAD OPERATIVA POPAYAN

**CADENA VOLCANICA DE LOS COCONUCOS
(COLOMBIA)
CENTROS ERUPTIVOS Y PRODUCTOS RECIENTES**

María Luisa Monsalve
Bernardo Pulgarín A.

Popayán, junio de 1995

CONTENIDO

Pág.

CADENA VOLCANICA DE LOS COCONUCOS (COLOMBIA)	
CENTROS ERUPTIVOS Y PRODUCTORES RECIENTES	
RESUMEN	17
INTRODUCCION	18
1. MARCO GEOTECTONICO Y GEOLOGICO	21
2. DESCRIPCION DE FOCOS VOLCANICOS Y SUS PRODUCTOS PROXIMALES ASOCIADOS	22
2.1. GENERALIDADES	22
2.2. DESCRIPCION GEOLOGICA DE LOS VOLCANES DE LA CVLC	29
2.2.1. Volcán Puracé Actual	32
2.2.2. Volcán Pico Collo	33
2.2.3. Volcán Curiquinga	34
2.2.4. Volcanes Calambás-Paletará	36
2.2.5. Volcán Quintín	38
2.2.6. Volcán Shaka	39
2.2.7. Volcanes Machángara-Killa	40
2.2.8. Volcanes Pukará-Pan de Azúcar	42
2.2.9. Volcanes Amancay-Piki	45
3. DISCUSION-CONCLUSIONES	47
AGRADECIMIENTOS	49
BIBLIOGRAFIA	50

LISTA DE FIGURAS

Pág.

FIGURA 1. Localización Geográfica de la cadena volcánica de Los Coconucos (CVLC)	20
FIGURA 2. Mapa geotectónico del NW de Sur América	23
FIGURA 3. Cadena volcánica de los Coconucos. Vista desde el sector del valle de Paletará. Nótese los dos grupos de Volcanes	25
FIGURA 4. Columna estratigráfica general de las cenizas de caída que cubren los productos proximales de la CVLC	28
FIGURA 5. Diagrama K_2O vs SiO_2 (Tomado de Shelley, 1993) que muestra también los campos del diagrama TAS y la ubicación de las muestras analizadas de la CVLC. (Análisis en roca total)	30
FIGURA 6. Diagrama ternario AFM (Irvine and Baragar, 1971). Clasificación de la serie volcánica de las muestras analizadas de la CVLC	31
FIGURA 7. Volcán Puracé visto desde el flanco noreste del volcán Shaka. El cono está cubierto por piroclastos recientes	32
FIGURA 8. Volcán Picollo. Tomado de su flanco suroeste cubierto por piroclastos recientes provenientes del volcán Puracé	33
FIGURA 9. Volcán Curiquina, flanco noreste. Frente de flujo de lava en bloques ...	34
FIGURA 10. Depósitos de flujos de lava en bloques de Curiquina y Shaka ocupando un antiguo Valle Glaciar. Los de Shaka fosilizan a los de Curiquina	35
FIGURA 11. Volcán Calambás, flanco este	36
FIGURA 12. Cráter Volcán Paletará. Nótese los tres anillos piroclásticos concéntricos. En primer plano, parte del cráter del volcán Calambás	37

FIGURA 13. Volcán Quintín, visto desde el este. Observense en su flanco los depósitos lávicos de corta longitud	38
FIGURA 14. Cadena volcánica de los Coconucos, vista desde el Volcán Pan de Azúcar. Hacia la parte media, los centros eruptivos de Shaka	40
FIGURA 15. Volcanes Machángara-Killa. Vista desde el cráter de Shaka medio	41
FIGURA 16. Volcanes Puraká (izquierda) y Pan de Azúcar (derecha), vistos desde Machángara	43
FIGURA 17. Lava en bloques recientes del volcán Pan de Azúcar. Al fondo lavas del volcán Machángara. Tomado desde la cima del Pan de Azúcar	44
FIGURA 18. Volcán Amancay. Vista de su flanco sur. En primer plano, obsérvense sus depósitos de flujos de lava en bloques.	45
FIGURA 19. Volcán Piki visto desde el volcán Amancay. Al fondo flujo de lava del Shaka	47

RESUMEN

La Cadena Volcánica de Los Coconucos (CVLC), en la Cordillera Central de Colombia, es un conjunto de 15 centros eruptivos, la mayoría de ellos con actividad post-glaciar, alineados en dirección N39° W, desde el cráter del volcán Puracé (extremo NW) al Pan de Azúcar (extremo SE), cuyo eje tiene una longitud de 6,5 km. La CVLC se define como una provincia volcánica, la cual se caracteriza por presentar centros eruptivos con productos de mineralogía similar.

Los centros de emisión presentan morfología variada; muestran conos bien desarrollados con cráteres circulares y ovalados, conos semidestruidos, agujas y anillos piroclásticos. Estos centros, se agrupan en dos segmentos: NW y SE.

Los volcanes del sector NW de la CVLC conforman una morfología diferente al conjunto del segmento SE, con cráteres amplios que indican una actividad de tipo explosivo. Las partes altas de estos conos se encuentran cubiertas por ceniza fresca de color gris, bombas volcánicas y bloques con tamaño hasta del orden métrico. Estos depósitos suprayacen un paquete de cenizas alteradas, que aflora localmente. Las lavas emitidas por los centros de este sector son masivas y en bloques; petrográficamente, presentan características similares a las de los centros del sector SE. El volcán Puracé es el único de la CVLC que muestra predominio de productos piroclásticos.

En los volcanes del segmento SE de la CVLC, existe predominio de productos efusivos, siendo los más recientes, típicos flujos de lava en bloques, con espesores que alcanzan 50 m y longitudes hasta de 10 km; localmente, están cubiertas por cenizas intercaladas con paleosuelos. La mayoría de estas lavas, microscópicamente, corresponden a andesitas de dos piroxenos con anfíbol subordinado.

Químicamente, las rocas de la CVLC corresponden a andesitas medias a altas en potasio, pertenecientes a la serie calcoalcalina.

Todos los centros actuales de la CVLC se construyen sobre aparatos antiguos preglaciares, evidenciados morfológicamente por remanentes como los aquí denominados pre-Puracé, pre-Pan de Azúcar y pre-Pukará o por lavas preglaciares cuya fuente es la Cadena misma (pre-Coconucos). La actividad actual de la Cadena está evidenciada por los reportes sobre actividad eruptiva histórica del Puracé, las fumarolas de éste y varias fuentes termales localizadas en el área.

INTRODUCCION

La Cadena Volcánica de Los Coconucos (CVLC), se encuentra situada en el límite de los departamentos de Cauca y Huila, en la Cordillera Central de Colombia. Los extremos sureste y noreste de la CVLC son los volcanes Pan de Azúcar (N 2°16'24" y W 76°21'49") y Puracé (N 2°19'01" y W 76°23'53"), respectivamente. La Cadena hace parte del Parque Nacional Natural de Puracé (Figura 1).

A pesar del desarrollo que ha tenido la vulcanología en los últimos 10 años en Colombia, hay aún varias provincias volcánicas que son prácticamente desconocidas desde el punto de vista geológico. Una de estas provincias (denominación dada, según la definición de Fisher and Schmincke, 1984), es la correspondiente a la CVLC que, aunque ha despertado el interés de algunos profesionales de las Ciencias de la Tierra, no había sido objeto de estudios sistemáticos que permitieran tener un conocimiento básico de los centros eruptivos que la conforman, ni de sus productos.

Son pocos los trabajos conocidos sobre la geología de la CVLC. Entre ellos, los más específicos son el de Acosta (1980), donde plantea el origen de ésta como producto de un punto caliente y el de Flórez (1983), que hace un estudio sobre aspectos geomorfológicos del área. Trabajos más puntuales tratan sobre la petrografía de algunas de las lavas (ACEVEDO y otros, 1987; SCHMITT, 1983; MONSALVE y PÚLGARIN 1992; MONSALVE y otros, 1993) o sobre el Volcán Puracé, que ha sido estudiado con objetivos más específicos (OPPEINHEIM, 1950; KURODA and PARIS, 1978; MEGYESI, 1961; KOLLER 1983; ESPINOSA, 1989; MONSALVE y PÚLGARIN, 1993; PÚLGARIN y otros, 1993; MONSALVE, 1993).

El presente trabajo, es el resultado de los estudios geológicos realizados en las áreas proximales de la CVLC, cuyo objetivo es identificar, analizar y diferenciar los centros y productos eruptivos que la constituyen.

Los centros volcánicos que conforman la CVLC no tienen nombre oficial, a excepción del Volcán Pan de Azúcar, al sureste y el Volcán Puracé, al noroeste (IGAC, 1976 y 1981). En los trabajos de Acosta (1980) y Flórez (1983), se identifican los centros con números o letras. Por esta razón y continuando con los nombres de origen indígena dados preliminarmente a algunos de estos volcanes (INDERENA-FUP, 1988), se bautizaron los otros centros eruptivos descubiertos durante la ejecución de este trabajo. Para esto se contó con la ayuda del ecólogo Alvaro José Negret (Director del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca), del geólogo Hector Cepeda (Director de la Unidad Operativa del INGEOMINAS Popayán) y se utilizaron diccionarios de lengua Quechua (TORRES, 1982; PAZOS, 1966). La Tabla 1 muestra la comparación de los nombres utilizados en cada uno de estos trabajos y la Tabla 2, los nombres dados en este trabajo (y los ya existentes), con sus respectivos significados.

TABLA 1. Comparación de la nomenclatura de los centros eruptivos de la Cadena Volcánica de Los Coconucos (CVLC).

ACOSTA 1980	FLOREZ 1983	PRESENTE
N° 7 (Puracé)	P (Puracé)	Puracé Actual *
_____	_____	Piocollo
N° 6	H	Curiqinga
N° 5a	E	Paletará
N° 5b	E	Calambás
N° 4	B	Quintín
N° 3a	R	Shaka superior
N° 3b	R	Shaka medio
_____	_____	Shaka inferior
_____	_____	Killa
N° 2	M	Machángara
N° 1 C. Nevado	A	Pan de Azúcar
de Pan de Azúcar		
_____	F	Pukará
_____	T	Amancay **
_____	_____	Piki
* MONSALVE y PULGARIN (1993)		
** ACEVEDO y otros (1987)		

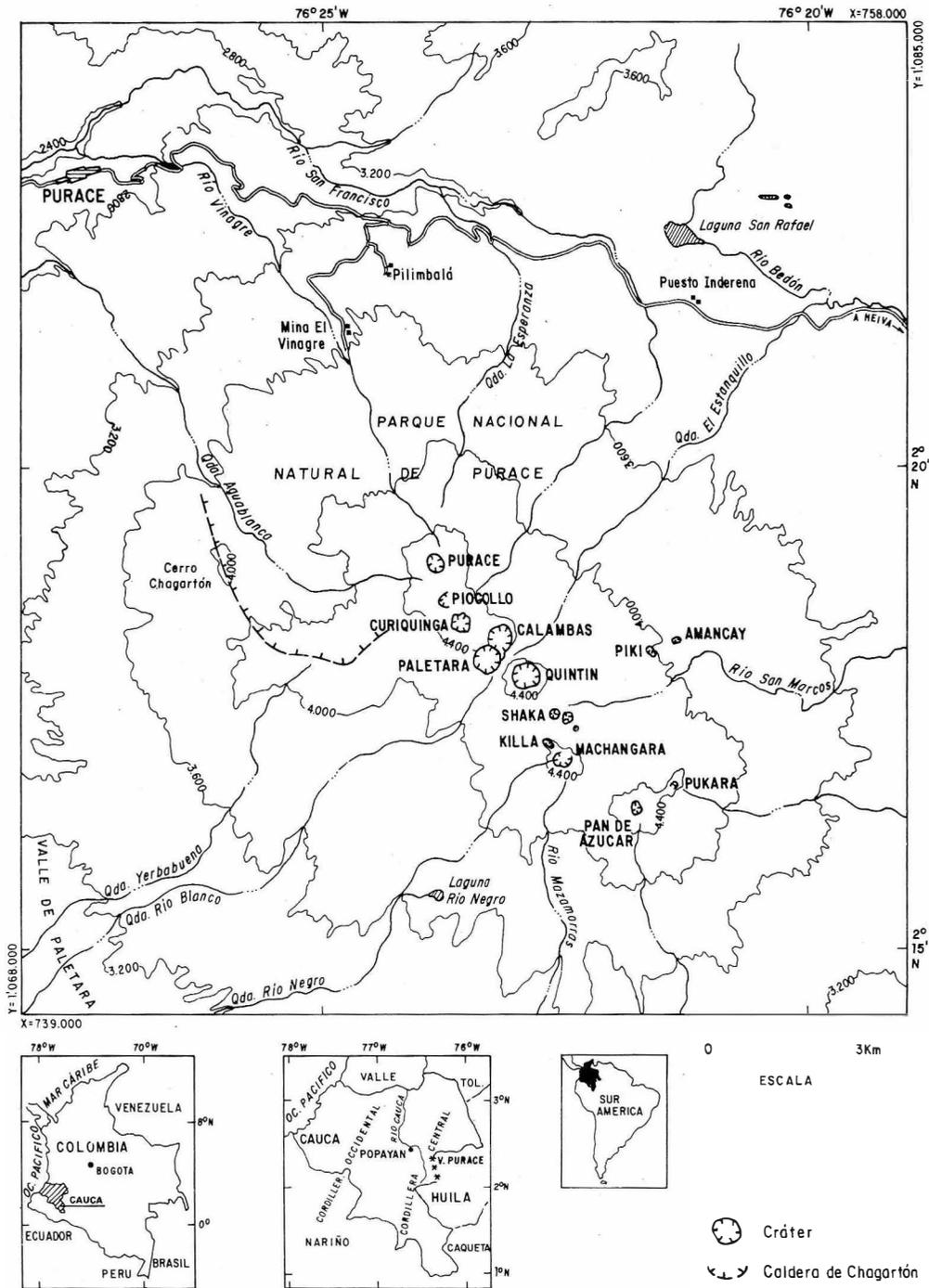


FIGURA 1. Localización Geográfica de la cadena volcánica de Los Coconucos (CVLC)

TABLA 2. Nombres de los volcanes de la CVLC y sus significados.

NOMBRE	SIGNIFICADO*
Puracé	Montaña de fuego (PUERTA, 1991).
Piocollo	Líder paez de comienzos del siglo.
Curiqinga	Ave de rapiña.
Calambás	Antiguo cacique de la región del valle de Pubén.
Paletará	Topónimo del páramo en la cuenca superior del río Cauca.
Quintín	En homenaje al líder paez Quintín Lame.
Shaka	Nombre primitivo del continente Americano.
Machángara	Topónimo del lugar donde yace el aeropuerto de la ciudad de Popayán. Hija del cacique Pubenza.
Killa	Luna. Diosa de la mitología Qichua.
Pukará	Fortaleza. Vértice. Recinto amurallado de piedra bruta.
Pan de Azúcar	No es nombre indígena. Es un término geomorfológico para designar una montaña aislada y prominente, de forma redondeada y que ha sido resistente a la erosión.
Amancay	Flor del desierto de Atacama.
Piki	Pulga. Nigua.
Coconucos	Parece referirse a «Montañas de los Demonios».

* Provenientes de Homenajes a personajes indígenas, topónimos nativos y algunos, de la fauna y flora.

1. MARCO GEOTECTONICO Y GEOLOGICO

El Bloque Andino, es una miniplaca tectónica originada por la interacción de convergencia de tendencia general E-W, entre las placas Nazca, sur America y Caribe, responsable del vulcanismo en Colombia, el cual se desarrolla desde 5°N, hacia el sur, restringido a los dominios de las cordilleras Central y Occidental (PENINGTON, 1979). Esta situación se ilustra, junto con las grandes estructuras geológicas de Colombia, en la Figura 2,

la cual fue tomada y modificada por Cepeda y Carvajal (1991) de Luschen (1982), Kellog and Bonini (1982) y Pennington (1979) y en ella se localizó la CVLC, para visualizar su ubicación geotectónica.

La CVLC, en la cordillera Central, presenta una dirección N39°W, transversal al tren de esta cordillera (N25°E) (INGEOMINAS, 1988), lo que constituye, en la actualidad, un interrogante geológico, cuya interpretación, según Torres y otros (en revisión), es que la

cadena se originó en una dirección de un patrón estructural radial presente en una estructura caldérica de grandes proporciones (35 km de diámetro), es decir, que su dirección anómala con respecto a la cordillera es debida al control estructural de esta megaestructura caldérica. El principal lineamiento en el área está representado por el eje mismo de la cadena, aunque los flancos de esta última corresponden también con algunos lineamientos y escarpes de fallas, que son subparalelos a este eje, dando lugar a estructuras de levantamiento, sobre las cuales están la mayoría de los centros eruptivos que la conforman (Anexo 1).

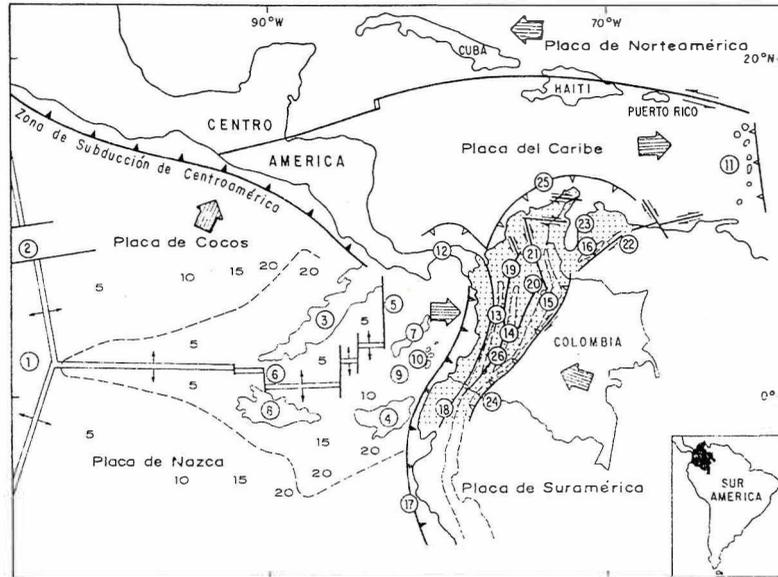
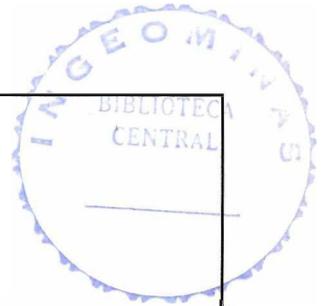
Hacia el sector sureste de la cadena, los escarpes de falla están parcialmente fosilizados por los flujos de lava emitidos por los centros de esta área; sin embargo, sus lineamientos correspondientes continúan siendo notorios, debido al cambio de pendiente. Además de estos rasgos estructurales mayores, todo el sector de la CVLC está cruzado por una compleja red de lineamientos, con tendencias principales al noroeste y al noreste, en algunas de cuyas intersecciones se construyen los diferentes centros de emisión, tanto antiguos como recientes. Algunos centros, como Pukará, Amankay y Piki, no están alineados en el eje principal de la cadena, pero si lo están entre ellos y sus proyecciones forman ángulos casi hasta de 90° con dicho eje, como es el caso entre Amankay, Piki y Shaka. El ángulo que forma el lineamiento

entre Amankay y Pukará, con la proyección del eje de la cadena, es de 45° aproximadamente. Los conos recientes están construidos sobre focos volcánicos más antiguos, de los cuales sólo se conservan remanentes de sus edificios, aquí denominados pre-Puracé (Qlpp), pre-Pukará (Qlppk) y pre-Pan de Azúcar (Qlppda), en los extremos de la Cadena. Los productos de estos focos volcánicos antiguos, así como los infrayacentes a los de los focos recientes, evidencian una etapa anterior de vulcanismo en esta zona, la cual se denominará pre-Coconucos; estos depósitos son previos a la última glaciación y están incluidos, en el Anexo 1 (en bolsillo), en los Productos antiguos sin diferenciar (TQvasd) y en las unidades Qlpp, Qlppk y Qlppda. El inicio de la actividad posterior a pre-Coconucos, que da comienzo a la formación de los conos de la mayoría de los edificios de los centros eruptivos recientes, está caracterizada por un importante período de actividad fréatica, manifestado por la presencia de brechas de explosión hidrotermalizadas (Qbe).

2. DESCRIPCION DE FOCOS VOLCANICOS Y SUS PRODUCTOS PROXIMALES ASOCIADOS

2.1. GENERALIDADES

Flórez (1983), basado en estudios fotogeológicos, hace una cronología



Tomado de: Lüschen, 1982 ; Kellog & Bonini, 1982 y Pennigton, 1979. En Cepedo y Carvajal, 1991

- | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
| ① Placa del Pacífico. | ⑩ Graben de Yaguina. | ⑮ Faja de Romeral |
| ② Dorsal del Pacífico Este. | ⑪ Antillas Menores. | ⑯ Fallo de Salinas. |
| ③ Dorsal de Cocos. | ⑫ Istmo de Panamá. | ⑰ Fallo de Santa Marta-Bucaramanga. |
| ④ Dorsal de Carnegie. | ⑬ Cordillera Occidental. | ⑱ Fallo de Boconó. |
| ⑤ Zona de fractura de Panamá. | ⑭ Cordillera Central. | ⑳ Fallo de Oca. |
| ⑥ Rift de Galápagos. | ⑰ Cordillera Oriental. | ㉑ Fallo Frontal Andino del Este. |
| ⑦ Dorsal de Malpeño. | ⑱ Serranía de Mérida. | ㉒ Fallo Marginal del Sur del Caribe. |
| ⑧ Islas Galápagos (Punto Caliente). | ㉑ Zona de Subducción de Suramérica. | ㉓ Cadena volcánica de Los Cocónucos (CVLC) |
| ⑨ Zona de expansión extinta. | ㉒ Fallo del Atrato. | |

▨ Bloque Andino.

➡ Dirección del movimiento relativo de las placas.

2, 10, 15, 20 Edad de la corteza oceánica (millones de años).

FIGURA 2.
Mapa geotectónico del NW de Sur América

relativa de eventos, según forma, distribución, conservación y yuxtaposición de diferentes tipos de actividad. De acuerdo con las huellas de la dinámica glaciaria en los volcanes de la Cadena distingue, en el tiempo, los siguientes tipos de actividad:

Actividad actual: Dada por la presencia de fumarolas (Puracé).

Actividad post-glaciaria: A la que subdivide en dos grupos según su grado de conservación y esencialmente por ausencia de huellas glaciares. A este grupo pertenece la mayor parte del área cubierta en este trabajo.

Actividad anteglaciaria: Edificios con evidencia de dinámica glaciaria sobre sus productos.

Para Acosta (1980), la CVLC se desarrolló iniciándose a partir del volcán Pan de Azúcar, el cual habría sido el primero en formarse y también en extinguirse, formándose luego un nuevo cono volcánico hacia el noroeste, extinguiéndose a su vez y así sucesivamente hasta llegar a la formación del volcán Puracé, que considera el más moderno y único con actividad. Así, discute la posibilidad del origen de la Cadena por la existencia de un punto caliente bajo ella.

Schmitt (1983), en su estudio petrológico y petrográfico sobre las vulcanitas jóvenes del sur de Colombia, menciona entre otros a los volcanes Puracé, Coconucos y Pan de Azúcar; se refiere a los Coconucos como un volcán con 4500 msnm, ubicado entre el Puracé y el Pan de Azúcar (no diferencia si son varios volcanes), pero realmente, este nombre se le da es a toda la Cadena Volcánica. Por otra parte, entre los análisis químicos reporta valores de SiO₂ de 58,13% para el Puracé, 60,71% para el Pan de Azúcar y para Los Coconucos, valores de 58,48%, 59,61% y 61,96%, lo que concuerda con los análisis químicos efectuados a otras muestras de la Cadena, en INGEOMINAS y para este trabajo.

Es importante anotar que además de la CVLC, existen otras estructuras volcánicas más antiguas presentes en el Valle de Paletará (PULGARIN y MONSALVE, en preparación) y que, según el área que ocupan, junto con la CVLC, estarían comprendidas entre una megaestructura caldérica localizada entre los valles de Paletará y de la Laguna de San Rafael, en medio de los cuales, se encuentra la CVLC (TORRES y otros, en revisión).

En el presente estudio, con base en el estado actual del conocimiento sobre la morfología, relaciones de campo y tipo

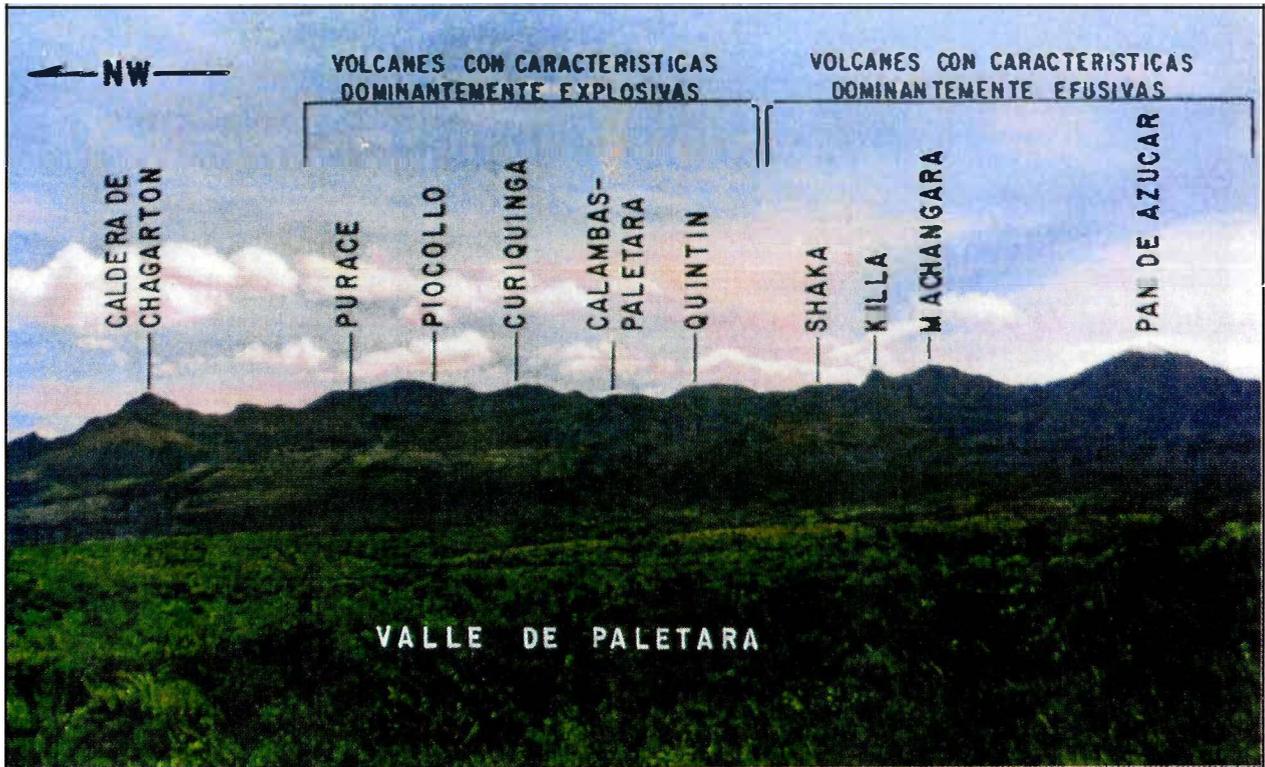


FIGURA 3.

Cadena volcánica de Los Coconucos. Vista desde el sector del Valle de Paletará. Nótese los dos grupos de volcanes.

de actividad eruptiva que ha tenido la CVLC, los estratovolcanes que la conforman se reúnen en dos grupos (Figura 3).

Grupo 1. Volcanes con características dominantes explosivas (sector noroeste): Puracé Actual, Piocollo, Curiquinga, Calambás-Paletará y Quintín. En este grupo de volcanes es notorio el cubrimiento de sus conos por piroclastos de caída relativamente frescos, fuera de los depósitos de flujos de lava y la presencia de cráteres amplios.

Grupo 2. Volcanes con características dominantemente efusivas (sector

sureste): Shaka (tres centros de emisión: Shaka inferior, Shaka medio y Shaka superior), Machángara-Killa y Pukará-Pan de Azúcar. Dentro de este grupo, se incluyen los centros eruptivos Amancay y Piki, situados en el flanco este de la Cadena. La principal característica de estos volcanes es la presencia de depósitos de flujos de lava en bloques, de edad relativamente reciente, que alcanzan a cubrir una basta zona del sector sureste de la CVLC.

Por la cantidad de productos recientes emitidos por los centros nuevos (principalmente lavas en bloques) es evidente la mayor actividad del segundo

grupo, exceptuando al Puracé Actual (perteneciente al primer grupo) que también ha generado abundante material.

Los dos volcanes que conforman los extremos noroeste (Puracé) y sureste (Pan de Azúcar) son los de mayor tamaño y área de influencia; el primero de ellos es el que ha presentado el mayor grado de actividad histórica de los volcanes de la cadena, evidenciado por las erupciones históricas, fumarolas en su cima y fuentes termales. Las fuentes de aguas termales de San Juan, situadas en la parte baja del flanco noreste de la cadena (Anexo 1) y las de Coconuco, Pozo Azul, Paletará y otras, (Torres y otros, en revisión), en la parte baja del flanco oeste y también hacia el sur, que no están en el área enmarcada por las figuras presentadas, constituyen en la actualidad el único signo conocido de actividad, asociado al resto de la cadena.

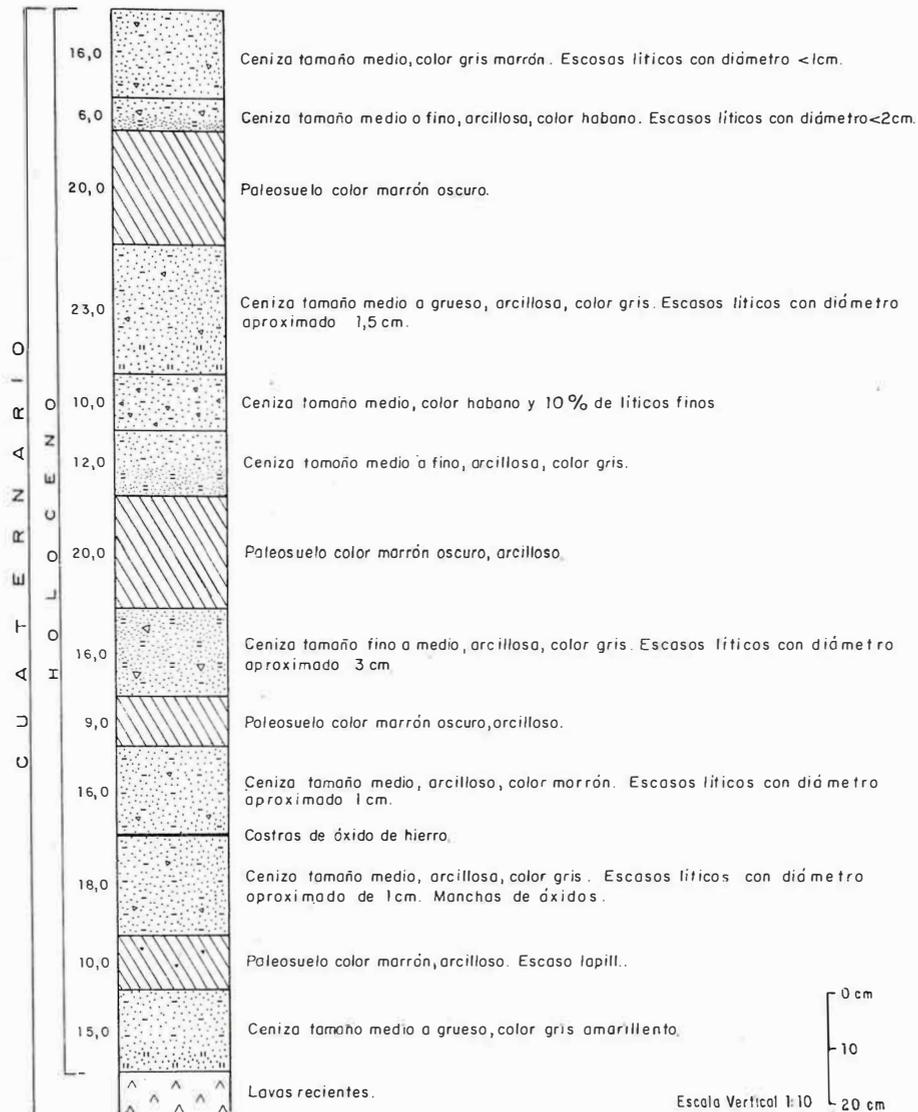
En el límite de los dos grupos de volcanes de la CVLC, el volcán Quintín, perteneciente al primer grupo, está parcialmente cubierto por lavas en bloques del volcán efusivo Shaka, marcando así, un límite morfológicamente bastante notorio.

Fuera de los productos lávicos, en la parte proximal de la CVLC aflora un paquete de cenizas volcánicas de caída,

con intercalación de paleosuelos, el cual alcanza un espesor cercano a los 2 m (Figura 4). Este paquete, en algunas partes se encuentra erodado, siendo más notorio sobre las lavas de Shaka y Machángara y aunque no se conoce aún su origen, las relaciones de campo permiten deducir que es más antiguo que los piroclastos de caída recientes del volcán Puracé (Qpcrp) y que las lavas más recientes de los volcanes Pan de Azúcar (Qlpda), Amancay (Qla), Killa (Qlak) y Pukará (Qlpk), ya que no se encuentra sobre ellas; además, la presencia de varios niveles de paleosuelos indica, para esta área, la ocurrencia de algunos períodos de relativa calma en la generación cenizas de caída.

La mayoría de los productos recientes (lavas y piroclastos de los centros de emisión nuevos) de la CVLC descansan sobre brechas de explosión (Qbe) hidrotermalizadas y en ocasiones litificadas, que generalmente conforman parte de los conos volcánicos nuevos y marcan el inicio de la actividad de éstos últimos, mediante explosiones freáticas.

Alrededor de la CVLC y en cotas que varían entre 3200 y 3900 msnm, se encuentran depósitos morrénicos (Qm) (que indican diferentes períodos de retroceso glacial en el área), algunos, con longitudes hasta de 2,5 km, como los ubicados cerca a la Mina de azufre El



NOTA: No se incluyen las cenizas más recientes del Puracé, que son más jóvenes que los de esta columna

FIGURA 4. Columna estratigráfica general de las cenizas de caída que cubren los productos proximales de la CVLC.

Vinagre (al noroeste y sobre la margen izquierda de la quebrada Duzalina al suroeste, Anexo 1). Estos depósitos suprayacen productos volcánicos antiguos sin diferenciar (TQvasd) y también de pre-Puracé (Qlpp).

También existen depósitos fluvio-glaciares (Qfg) en las partes bajas de la Cadena, ubicados sobre la unidad TQvasd, que ocupan áreas relativamente grandes al NE, sobre la región de la laguna de San Rafael, en donde forman planicies ligeramente cóncavas. Otros depósitos fluvio-glaciares se encuentran en los sectores S y SW del área (Anexo 1), principalmente en los alrededores de la laguna Río Negro y los valles del río Mazamorra y quebradas El Tambor y Río Negro.

Los resultados de 25 análisis químicos en roca total, elaborados en INGEOMINAS y de 5 presentados por Schmitt (op. cit), en rocas recientes de la CVLC, muestran una variación en SiO_2 de 53,08% a 63,11% (Tabla 3), lo que indica un rango de clasificación de andesitas en el diagrama SiO_2 vs K_2O (SHELLEY, 1993), variando desde andesita basáltica hasta el límite entre andesita-dacita y ubicándose, la mayoría de los análisis, en el campo de las andesitas altas en potasio (Figura 5). Para averiguar la serie a la cual pertenecen estas rocas, se utilizó el diagrama ternario AFM (IRVINE and BARAGAR, 1971), quedando todas en el campo calcoalcalino (Figura 6).

De 38 análisis petrográficos realizados en este trabajo, además de otros presentados por autores ya citados, como Acevedo y otros, Schmitt, Monsalve y Pulgarín y Monsalve y otros, se evidencia una mineralogía común para los dos grupos de volcanes, clasificando las rocas como andesitas de dos piroxenos con anfíbol subordinado. Esta mineralogía está conformada por plagioclasa (labradorita- andesina) como la fase mineralógica más abundante, ortopiroxeno (hipersteno) y clinopiroxeno (principalmente augita); como minerales accesorios se presentan anfíbol (hornblenda, generalmente con bordes de reacción de óxidos), opacos (magnetita, ilmenita y pirita), apatito y olivino. En general, las rocas son porfiríticas y muestran texturas seriadas, pilotaxítica y vermicular, con matriz abundante (desde 48% hasta 85%), compuesta por microlitos de cristales de los minerales principales, anfíbol, apatito y vidrio volcánico.

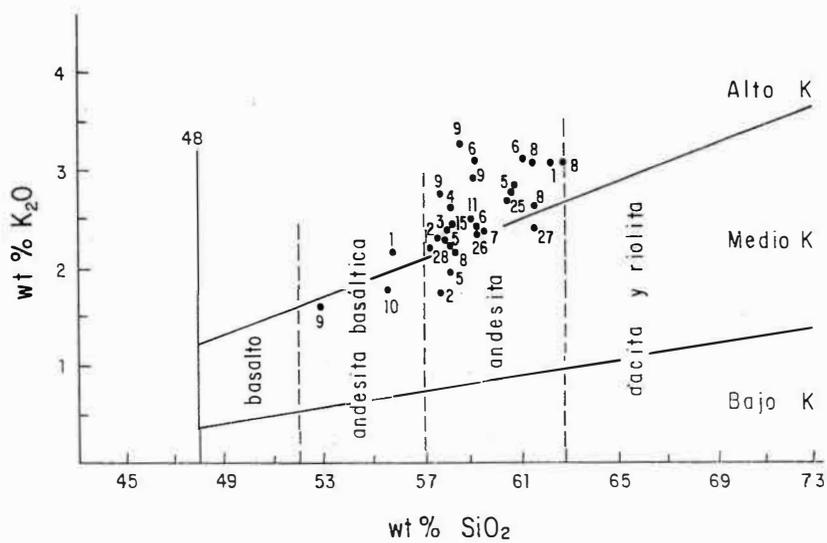
2.2. DESCRIPCIÓN GEOLOGICA DE DE LOS VOLCANES DE LA CVLC

Los volcanes que conforman la Cadena Volcánica de Los Coconucos, son descritos a continuación, en el orden que fueron mencionados en los dos grupos antes presentados. El Anexo 1, es el mapa geológico generalizado, escala 1:50.000, de la CVLC, donde se diferencia cada uno de los centros eruptivos que la conforman y sus productos proximales.

TABLA 3. Análisis químicos en roca total, para elementos mayores, de muestras recientes de la CVLC (Elaborados por INGEOMINAS).

MUESTRAVOLCAN (IGM)		SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeOt	CaO	MgO	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	TOTAL
325781	Curiqinga	62,68	16,81	5,58	4,34	2,82	0,16	3,12	3,96	0,73	0,28	100,48
325496	Curiqinga	57,36	17,57	6,72	6,58	3,81	0,07	2,23	4,04	0,89	0,04	99,31
325495	Curiqinga	55,86	17,94	6,86	7,00	4,14	0,07	2,19	4,18	0,98	0,04	99,26
325503	Paletará	57,79	17,00	7,15	6,72	4,64	0,05	1,77	3,64	1,04	0,04	99,84
325510	Paletará	57,36	17,76	7,15	6,86	3,64	0,07	2,30	4,18	1,03	0,08	100,43
325491	Calambás	58,22	17,19	5,72	6,02	3,32	0,06	2,41	3,91	0,91	0,28	98,04
325502	Quintín	58,65	17,38	5,40	5,60	3,32	0,05	2,61	4,04	0,84	0,04	97,93
325515	Shaka	58,22	17,19	6,86	7,14	4,48	0,19	2,01	3,91	0,84	0,30	101,14
325517	Shaka	58,65	17,38	6,43	6,58	3,48	0,06	2,26	4,58	0,80	0,17	100,39
325778	Shaka	60,97	18,13	5,86	5,04	3,48	0,16	2,85	4,18	0,80	0,27	101,74
325779	Shaka	60,76	17,94	5,72	4,90	3,48	0,16	2,81	4,12	0,81	0,37	101,07
325522	Machángara	59,29	17,19	6,43	6,16	3,32	0,07	2,42	4,18	0,89	0,04	99,99
325764	Machángara	59,26	16,24	6,29	4,90	3,98	0,16	3,11	4,00	0,92	0,34	99,20
325766	Machángara	61,40	16,81	6,00	4,76	3,48	0,19	3,14	4,08	0,88	0,30	101,04
325518	Killa	59,72	17,00	6,00	5,74	3,32	0,05	2,43	4,45	0,85	0,31	99,87
325769	P. Azúcar	63,11	17,38	5,43	4,20	2,98	0,14	3,10	4,18	0,75	0,28	101,55
325507	P. Azúcar	62,07	17,00	5,58	5,60	2,82	0,05	2,60	4,31	0,82	0,04	100,89
325771	P. Azúcar	62,04	17,38	5,43	4,06	2,82	0,14	3,13	4,18	0,76	0,26	100,20
325509	P. Azúcar	58,43	17,38	8,43	8,16	3,98	0,07	2,13	4,45	0,95	0,18	104,16
325816	Pukará	59,48	16,43	5,29	5,32	2,85	0,04	2,92	4,21	1,10	0,27	97,91
325817	Pukará	58,66	17,44	5,98	6,26	3,13	0,06	3,31	4,37	0,79	0,30	100,30
325818	Pukará	57,98	17,00	6,00	6,02	3,27	0,05	2,70	4,21	0,90	0,29	98,42
325508	Pukará	53,08	17,57	8,29	8,40	5,64	0,08	1,80	4,04	1,12	0,34	100,36
325525	Amancay	55,86	18,04	7,01	7,28	3,65	0,08	1,87	4,45	0,91	0,39	99,54
325524	Piki	59,08	17,19	8,29	6,02	3,15	0,06	2,51	4,18	0,83	0,04	101,35
15*	Puracé	59,13	16,50	5,89	5,84	3,41	0,10	2,43	4,09	0,86	0,28	98,53
25*	P. Azúcar	60,71	16,88	5,89	5,01	2,79	0,08	2,63	4,23	0,73	0,26	99,21
26*	Coconucos	59,51	16,66	6,58	5,41	3,24	0,11	2,38	4,18	0,75	0,27	99,09
27*	Coconucos	61,96	16,95	6,23	4,26	2,02	0,15	2,42	4,45	0,59	0,21	99,24
28*	Coconucos	58,48	16,16	6,09	5,32	3,14	0,10	2,35	3,73	0,72	0,26	99,35

FeOt: Hierro total
*: Tomados de Schmitt (1983)



- | | |
|--------------------------|------------------------------|
| 1 - Volcán Curiqinga | 9 - Volcán Pukará |
| 2 - Volcán Paletará | 10 - Volcán Amancay |
| 3 - Volcán Colambás | 11 - Volcán Píki |
| 4 - Volcán Quintín | 15 - Volcán Puracé * |
| 5 - Volcán Shaka | 25 - Volcán Pan de Azúcar ** |
| 6 - Volcán Machángara | 26] Volcán Coconucos ** |
| 7 - Volcán Killa | 27] |
| 8 - Volcán Pan de Azúcar | 28] |

* Tomados de Schmitt, (1983)

Divisoria de los campos del diagrama TAS

FIGURA 5.

Diagrama K_2O vs SiO_2 (Tomado de Shelley, 1993) que muestra también los campos del diagrama TAS y la ubicación de las muestras analizadas de la CVLC. (Análisis en roca total).

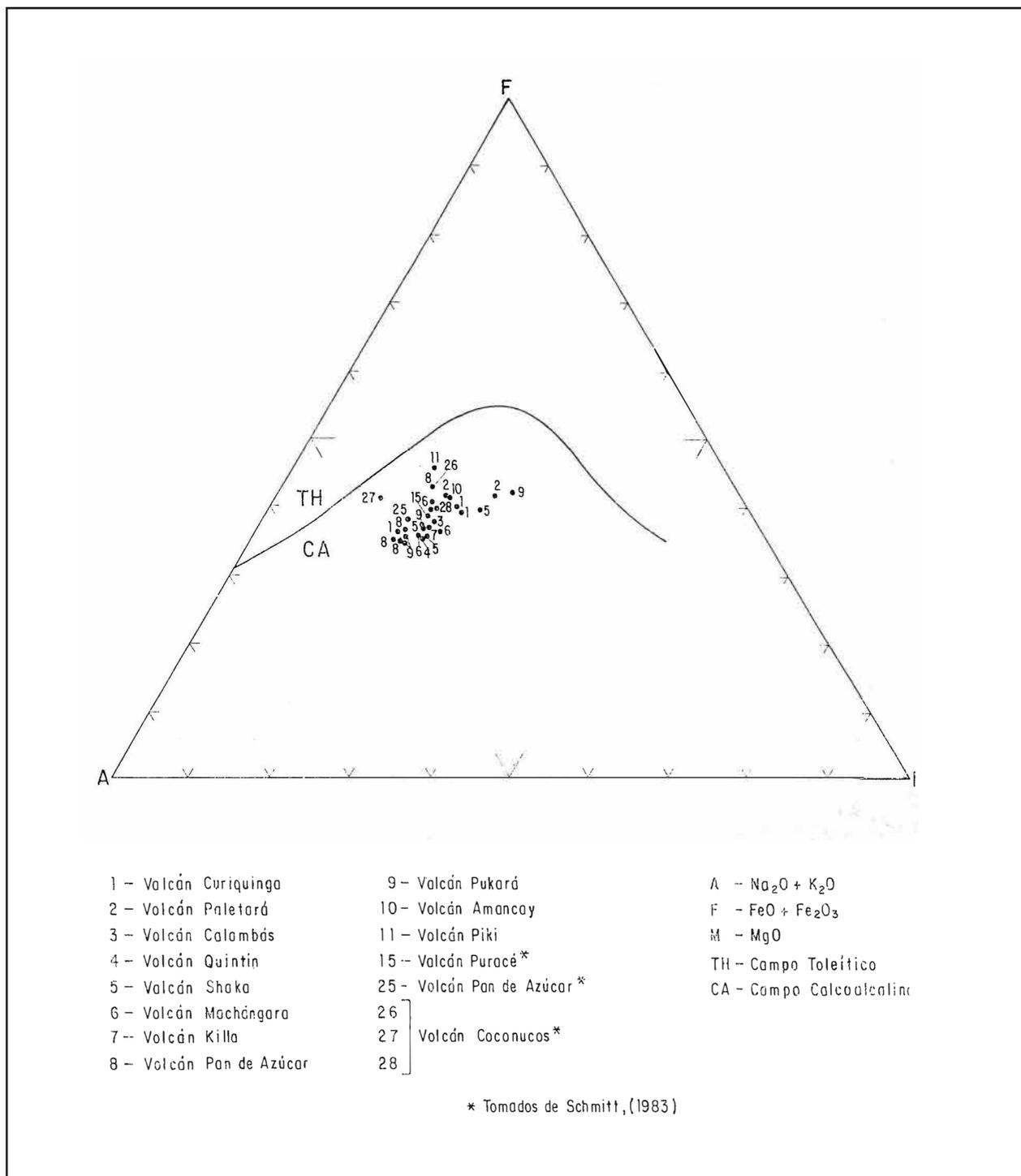


FIGURA 6.
 Diagrama ternario AFM (Irvine and Baragar, 1971). Clasificación de la serie volcánica de las muestras analizadas de la CVLC.

2.2.1 Volcán Puracé Actual

Este volcán (Figura 7), con 4640 msnm, está situado al NW de la CVLC. Debido a su actividad histórica (PULGARIN y otros, 1993; MONSALVE y PULGARIN, 1993; ESPINOSA, 1989) y fumarólica actual y a sus fuentes termales (CALVACHE y otros, 1988; INGEOMINAS, 1995), es el centro eruptivo más importante de ésta. A diferencia de los otros volcanes que conforman la cadena, el Puracé Actual está construido por una clara alternancia de productos piroclásticos y lavas (Qpfpa, Qpcrp, Qlpa), clasificándose así como un típico estrato-volcán, cuyo

comportamiento más reciente es básicamente de tipo explosivo (MONSALVE y PULGARIN, 1993).

El cono activo del volcán se construyó sobre un aparato más antiguo, denominado pre-Puracé (Qlpp), el cual, a su vez, se desarrolló sobre otra estructura mayor, llamada Caldera de Chagartón (MONSALVE, en preparación; MONSALVE y PULGARIN, op. cit.), cuyos depósitos se incluyen en los Productos volcánicos antiguos sin diferenciar (TQvasd) del Anexo 1. El cráter actual del Puracé es doble y concéntrico, de forma circular y



FIGURA 7.

Volcán Puracé visto desde el flanco noreste del volcán Shaka. El cono está cubierto por piroclastos recientes.

diámetros de 900 y 500 m para el exterior y el interior, respectivamente, y profundidad aproximada de 100 m; en el fondo de éste, se presenta una grieta con dirección E-W, en la cual hay actividad fumarólica asociada.

Entre los principales productos piroclásticos se destacan los flujos de ceniza y bloques, de ceniza y escoria y las cenizas de caída (MONSALVE Y PULGARIN, op. cit). Algunos de los flujos piroclásticos han viajado hasta más de 10 km. Las cenizas han sido distribuidas, según descripciones de erupciones históricas, a distancias

mayores de 30 km, aunque su registro geológico sólo se conserva en las partes altas. Las lavas, generalmente masivas, y de poca longitud, corresponden a andesitas de dos piroxenos con anfíbol subordinado (MONSALVE, en preparación).

2.2.2. Volcán Picollo

El aspecto general de este volcán es el de un cono destruido, del cual sólo se conserva su flanco suroeste (Figura 8), con altura de 4600 msnm. Hacia el sector destruido se observa una



FIGURA 8.

Volcán Picollo. Toma de su flanco suroeste cubierto por piroclastos recientes provenientes del volcán Puracé

morfología de montículos ondulados, con diámetros del orden métrico, cubiertos por depósitos de ceniza gruesa de color gris y bombas volcánicas, provenientes del volcán Puracé. Esta morfología baja desde la parte alta del cono y corresponde posiblemente a depósitos de la destrucción del flanco del edificio. El mecanismo de destrucción aún no se conoce, pues la cobertura de piroclastos impide observar los depósitos subyacentes, pero posiblemente haya ocurrido por explosión debido a la presencia de una brecha de explosión (Qbe) en su cima. Esta brecha está litificada y aflora a

manera de cresta, con 5 m de espesor; contiene fragmentos líticos, tanto hidrotermalizados como frescos. Todo el edificio volcánico está cubierto por piroclastos de caída recientes del Puracé y en el área cercana a la cima por lavas de este último y hacia el suroeste, por lavas de Curiquinga.

2.2.3. Volcán Curiquinga

Presenta un cono bien desarrollado que alcanza 4500 msnm (Figura 9) (IGAC, 1981, mapa escala 1:25.000), El cráter es de forma ligeramente ovalada, con el eje



FIGURA 9.
Volcán Curiquinga, flanco noreste. Frente del flujo de lava en bloques.

mayor aproximadamente en la misma dirección de la CVLC, presenta diámetro de 500 m y profundidad estimada de 90 m; su fondo es plano y está cubierto por fragmentos de rocas y bombas; en la pared interna este, afloran remanentes de depósitos alterados y oxidados de flujos de lava porfiríticas.

El edificio está cubierto por bombas volcánicas que han dejado grandes cráteres de impacto y por ceniza gruesa de color gris, la cual suaviza su morfología (Figura 9). Presenta varios eventos de flujos de lava en bloques (Qlc) que

alcanzan longitudes desde 1 km (cubierta por los piroclastos de caída), hasta 7,5 km. Hacia su sector oeste, se observa un típico flujo de lava en bloques, reciente que está fosilizado por otro semejante proveniente del volcán Shaka (Figura 10).

La lava más sobresaliente en la parte superior noreste, es un lóbulo en bloques (Figura 9) que, petrográficamente, corresponde a una fenoandesita de dos piroxenos, con apatito y opacos como accesorios (ACEVEDO y otros, 1987).



FIGURA 10.

Depósitos de flujos de lava en bloques de Curiquinga y Shaka ocupando un antiguo Valle Glaciar. Los de Shaka fosilizan a los de Curiquinga.

Asociado a este volcán se encuentra un depósito de flujo piroclástico de 80 cm de espesor, compuesto por ceniza, escoria, pómez, bombas y líticos; aflora localmente, sólo en los sectores Este (en el parte alta en límites con Calambás) y Oeste (en la parte baja en límites con Picoello y Chagartón). Este depósito es similar a algunos encontrados en el flanco Norte del volcán Puracé.

2.2.4. Volcanes Calambás-Paletará

Son dos edificios concatenados, alineados transversalmente a la CVLC, en

dirección N24°E. El Calambás está sobre el eje de La Cadena y su cono se encuentra morfológicamente bien conservado en su flanco este (Figura 11); su flanco suroeste está destruido, desde el cráter, por la acción del centro eruptivo Paletará (Figura 12); el cráter, de fondo plano, tiene forma semicircular con 550 m de diámetro y profundidad aproximada de 80 m, desde su borde más alto.

El cono de Calambás, con 4450 msnm, está constituido por una brecha hidrotermalizada, sobre la cual afloran lavas en bloques y masivas (Qlca), que



FIGURA 11.
Volcán Calambás, flanco este.



FIGURA 12.

Cráter volcán Paletará. Nótese los tres anillos piroclásticos concéntricos. En primer plano, parte del cráter del Volcán Calambás.

comienzan en el borde del cráter a manera de corona. Estas lavas, localmente con apariencia escoriácea, tienen espesor entre 2 y 6 m, son porfiríticas y de color gris.

En el flanco noreste aflora el paquete de cenizas intercaladas con paleosuelos, que cubre la mayoría de los depósitos lávicos recientes de la CVLC; también en este sector, se encuentran pequeños remanentes de flujos de lodo. El cono del Calambás está cubierto por cenizas y bombas recientes, que han dejado cráteres de impacto con diámetros mayores de 1,5 m.

El volcán Paletará (4400 msnm), presenta un cráter principal constituido por un anillo circular de 600 m de diámetro; en su interior presenta otros dos anillos concéntricos de 250 m y 160 m de diámetro, respectivamente (Figura 12); uno de ellos, alcanza 6 m de altura sobre el fondo del cráter y le suprayace, localmente una delgada placa de lava maciza de 4 m de espesor. Los otros dos anillos piroclásticos también están coronados por grandes bloques de lava dispersos. La disposición de los anillos piroclásticos del Paletará puede tener su origen en explosiones freatomagmáticas de diferente intensidad. Según Muffler et

al (1971), en este tipo de explosiones es normal encontrar pequeños cuerpos de lava que representarían la componente puramente magmática, al final de la erupción.

En general, el fondo del Paletará es de forma plana y su cono original parece haber sido destruido quedando sólo algunos remanentes contiguos al Calambás, donde se observan lavas con fuerte alteración hidrotermal.

El edificio de Paletará, constituido por lavas andesíticas (Qlpt), se encuentra

parcialmente fosilizado por productos de los volcanes vecinos Curiqinga y Quintín.

2.2.5. Volcán Quintín

Su edificio, de forma cónica (Figura 13), alcanza 4470 msnm, según base topográfica del IGAC (1981). En la cima tiene un cráter de forma circular con 500 m de diámetro, una profundidad aproximada de 100 m y forma cóncava; sus pendientes internas son suaves; se observan remanentes de lavas en sus paredes sur y sureste.

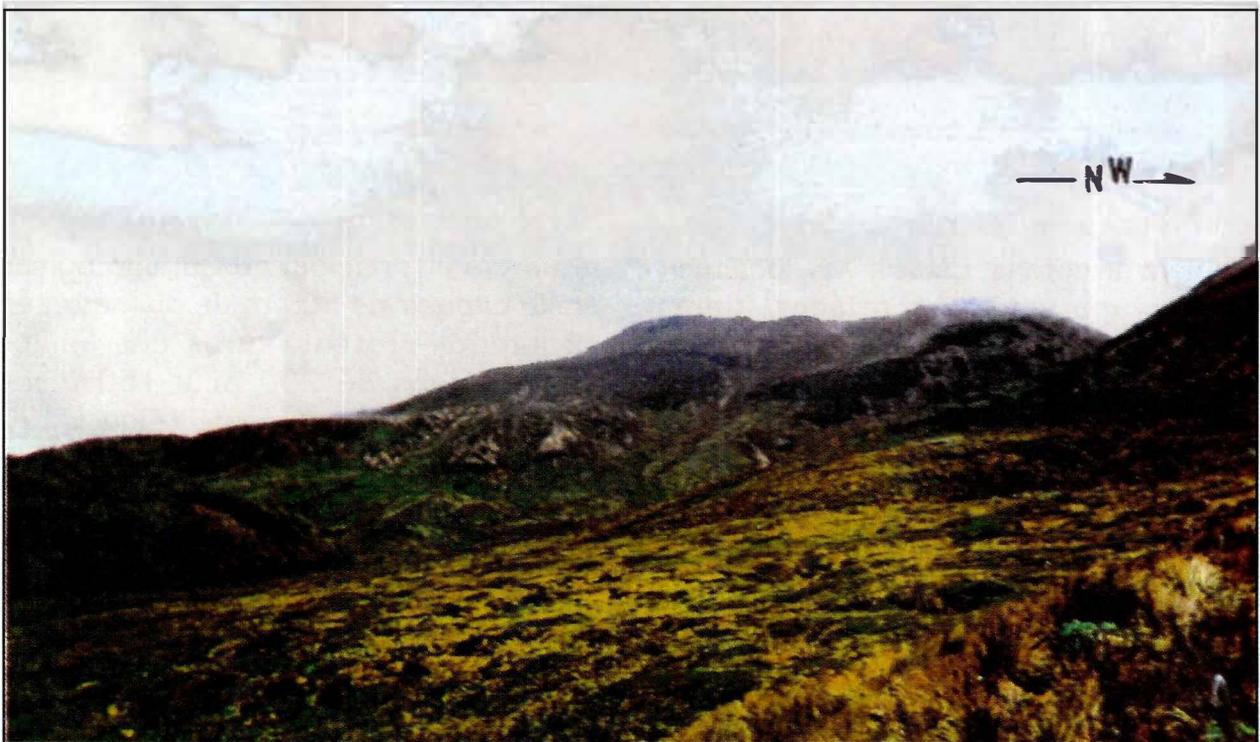


FIGURA 13.

Volcán Quintín, visto desde el este. Obsérvense en su flanco los depósitos lávicos de corta longitud.

Hacia el flanco oeste, aflora una brecha hidrotermalizada (Qbe), litificada y de color amarillo que conforma la mayor parte del cono actual; está compuesta por cantos angulares de rocas volcánicas, presenta costras de segregación de azufre y localmente se encuentra oxidada y corroída.

Otros productos asociados a este volcán son coladas de lava en bloques (Qlq) de corta longitud; en el sector este alcanzan hasta 50 m de espesor y generalmente presentan alteración hidrotermal. Son rocas porfiríticas de grano medio, con algunas vesículas rellenas con óxidos. Sobre las lavas de Quintín y Calambás, hacia el este, también se encuentra el paquete de cenizas con intercalaciones de paleosuelos (Figura 4), el cual suprayace a la vez, depósitos piroclásticos hidrotermalizados, que posiblemente son concomitantes con la brecha antes mencionada. El cono de Quintín está cubierto por cenizas recientes de color gris y bombas volcánicas con diámetros del orden métrico, dispersas principalmente en su cima.

El área de exposición de los productos de este volcán es la menor en toda la CVLC, ya que están cubiertos por lavas de Shaka hacia el sur y el este y por productos de los otros volcanes, hacia el norte.

2.2.6. Volcán Shaka

Formado por tres centros de emisión contiguos, con alturas cercanas a los 4400

msnm, cuyas características y productos son similares; éstos son denominados como Shaka Inferior, Shaka Medio y Shaka Superior (Figura 14), según su edad relativa, aprovechando que sus productos se encuentran superpuestos. Los centros de emisión de Shaka no presentan conos propiamente dichos; tanto éstos como sus cráteres se encuentran construidos sobre las mismas lavas.

Estos centros de emisión se caracterizan por tener asociadas coladas de lava en bloques (Qlss, Qlsm, Qlsi, para Shaka Superior, Medio e Inferior, respectivamente), las más largas de la cadena actual, con longitudes hasta de 10 km (Figura 10), con estructuras macrocordadas, también cubiertas por el paquete de cenizas (indicado en la Figura 4). Macroscópicamente, las lavas de los diferentes centros de Shaka son muy similares: rocas porfiríticas medias de color gris, matriz afanítica, con fenocristales de plagioclasa y máficos. Petrográficamente corresponden a andesitas de dos piroxenos con anfíbol subordinado y algunas muestras de Shaka superior presentan también olivino subordinado (MONSALVE y otros, 1993).

Shaka inferior está parcialmente fosilizado por Shaka Medio y sólo se observa un remanente del cráter en forma de media luna, con un diámetro aproximado de 150 m.



FIGURA 14.
Cadena Vólcanica de los Coconucos, vista desde el Vólcan Pan de Azucar. Hacia la parte media, los centros eruptivos de Shaka

El cráter principal de Shaka Medio es de forma circular, tiene 175 m de diámetro y 5 m de profundidad promedio; el fondo es plano, ocupado por una pequeña laguna y hacia el oeste, otro cráter en forma de embudo de sólo 50 m diámetro y 20 m de profundidad (en el que hay otra pequeña laguna), con indicio de actividad explosiva, ya que presenta un anillo piroclástico en su borde.

El cráter de Shaka superior está construido sobre una plataforma de lava en bloques de 30 m de espesor; tiene forma

circular, diámetro aproximado de 170 m, profundidad de 20 m desde su borde este y menor de 5 m al oeste; también está parcialmente, ocupado por una laguna. Además, se encuentran otras pequeñas depresiones circulares alrededor del cráter principal; en el fondo de éste, se encuentra, a manera de protrusión, un remanente de lava, que sobresale 5 m.

2.2.7. Volcanes Machángara-Killa

Se encuentran situados 375 m hacia el sureste del eje principal de la cadena y conforman un sistema alineado en