



ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE
FACULTADES DE CIENCIAS
ACOFACIEN



**VIII ASAMBLEA GENERAL ORDINARIA
ACOFACIEN
EXCURSIÓN AL PARQUE NACIONAL NATURAL LOS
NEVADOS**



**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES,
UNIVERSIDAD DE CALDAS**

José Luis Naranjo Henao
Decano Anfitrión

Manizales, marzo de 2006

GUÍA DE EXCURSIÓN AL PARQUE NATURAL DE LOS NEVADOS

VIII ASAMBLEA GENERAL ORDINARIA ACOFACIEN

José Luis Naranjo Henao, Profesor Universidad de Caldas.

joseluis.naranjo@ucaldas.edu.co

I. INTRODUCCION

En esta corta guía se presenta información geológica de una manera generalizada sobre un sector de la Cordillera Central de Colombia, de una gran atracción turística: el Parque Nacional Natural de los Nevados (PNNN), donde se encuentran los volcanes del Ruiz, Tolima, Cisne, Santa Isabel, Morro Negro, Quindío y Páramo de Santa Rosa. La guía hace referencia al trayecto Manizales – Volcán Nevado del Ruiz, y está diseñada para la visita que el equipo de decanos que constituye la ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FACULTADES DE CIENCIAS (ACOFACIEN) realizará al volcán Nevado del Ruiz el día 25 de marzo de 2006, como parte final de la VIII Asamblea general ordinaria de la Asociación, que se llevará a cabo en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Caldas en la ciudad de Manizales.

Manizales, la capital del Departamento de Caldas, denominada "La ciudad de las puertas abiertas", está ubicada sobre el flanco occidental de la Cordillera Central de Colombia, a una altura de 2150 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 18° C y una población cercana a los 400.000 habitantes. Fue fundada en el año de 1848 por un grupo de pioneros antioqueños conocidos como "El grupo de los veinte".

2. PARQUE NACIONAL NATURAL DE LOS NEVADOS (PNNN)

En el corazón de Colombia, sobre el eje de la Cordillera Central Andina, cinco cumbres nevadas rematan a más de 5.000 metros de altura, constituyendo el Parque Nacional Natural de Los Nevados. Este parque es uno de los 27 parques naturales de Colombia y es una de las regiones naturales más sobresalientes del país.

El Parque Nacional Natural Los Nevados se encuentra localizado en la parte más alta de la Cordillera Central de Colombia, entre los 4° 36' y 4° 57' de latitud norte y entre los 75° 12' y 75° 30' de longitud oeste, con alturas comprendidas entre 2.600 y 5.320 msnm.. Ocupa una área de 58.300 Ha Km² y se localiza en jurisdicción de los departamentos de Caldas, Tolima, Quindío y Risaralda (Fig. 1).

En el área del parque predominan alturas superiores a los 3.000 msnm, con un clima caracterizado por temperaturas bajas, con un valor promedio anual de 2.2°. El límite inferior de las nieves perpetuas se estima en los 4.800 msnm donde las temperaturas son las más bajas con mínimas absolutas de -15°C a -20°C.

Las precipitaciones en la zona del parque se presentan en forma de lluvia, llovizna, granizo, nieve y escarcha y fluctúan entre 2.000 y 2.500 mm en la vertiente occidental, y entre 1.000 y 1.250 mm en la oriental. En la franja de los páramos entre 3.800 y 2.400 metros de altura, las temperaturas son bajas, de 3°C a 6°C y la precipitación es del orden de 1.500 a 2.000 mm en la vertiente occidental, y de 1.000 mm en la oriental.

Las granizadas que son ocasionales, ocurren a partir de los 2.500 msnm hacia arriba y más intensas en el páramo y superpáramo. Las nevadas son frecuentes por lo general durante la noche a elevaciones superiores a los 3.600 msnm y su intensidad a menores elevaciones es baja, de manera que la nieve se derrite en las primeras horas de la mañana.

A grandes rasgos, la vegetación del parque se puede dividir en dos categorías de biomas, las zonales y las azonales, sin incluir el piso nival de 4.800 metros en adelante. Los biomas zonales son el superpáramo, el páramo y los bosques altoandinos. En los valles y laderas de la parte más baja del parque, es decir, entre los 2.500 y 3,200 metros crece el llamado bosque andino en el cual sobresale la palma de cera (*Ceroxylon quindiuense*), que es el árbol emblemático de Colombia. Espigada en su longitud de hasta 60 metros, es la palma más alta del mundo. Los bosques altoandinos, entre los 2.400 y 3.800 metros se caracterizan por la presencia de árboles hasta de 30 metros de altura y en estrato arbustivo con predominio de plantas de la familia *Compositae* y la presencia de chusques y helechos arborescentes,

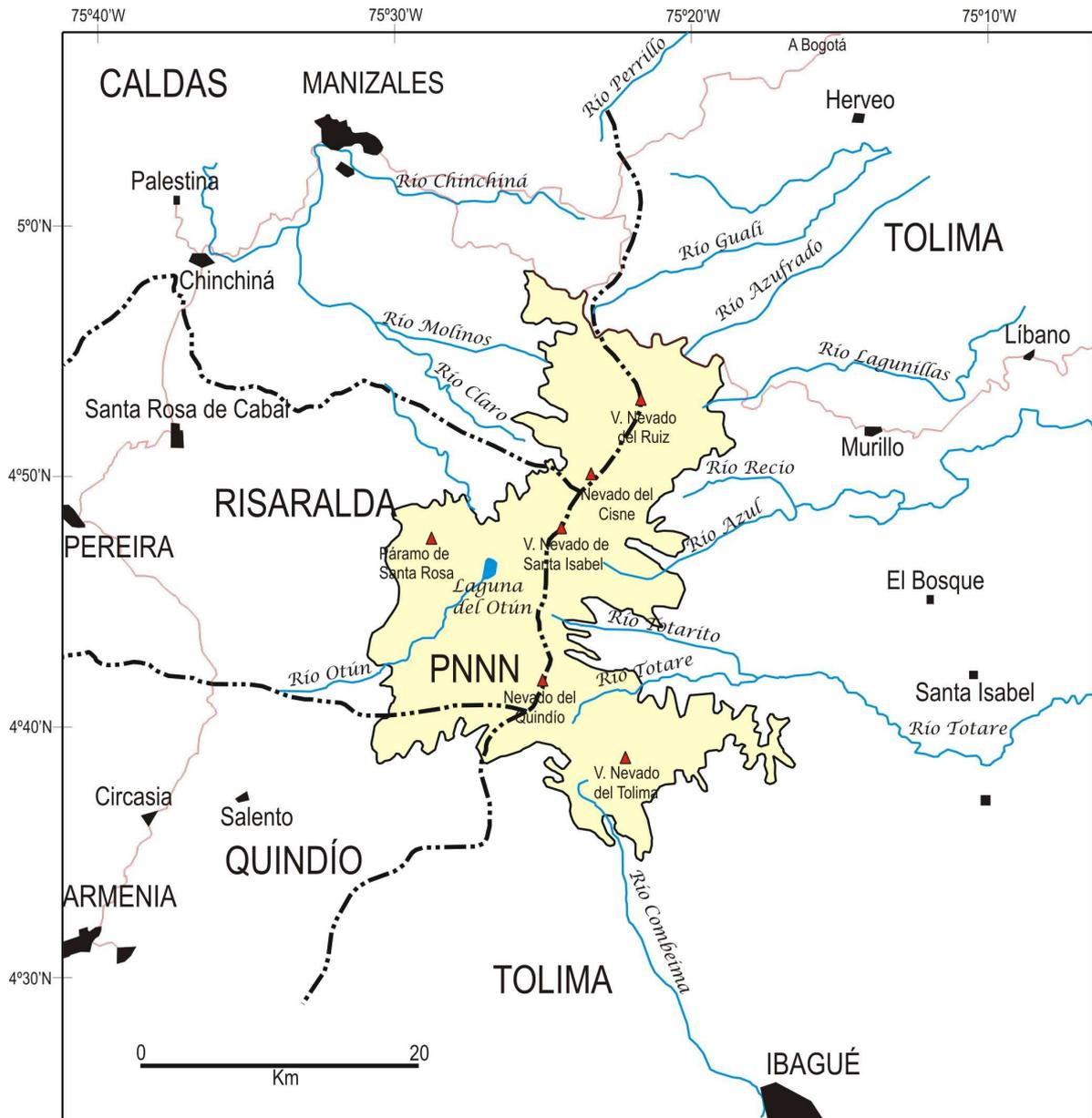


Figura 1. Mapa de localización del Parque Nacional Natural los Nevados (PNNN)

denominados palmas bobas.

La fauna del parque es muy variada. Sobresalen el perico y el colibrí o "chivito de páramo", endémicos de la región del parque y sus alrededores. Se observan también la mirla negra, tres especies de pavas, la perdiz de monte, especie endémica de Colombia, el loro de fuertes, endemismo regional cuyo nombre conmemora el del célebre naturalista y pintor Louis Agassiz Fuertes. Entre los mamíferos están presentes el oso de anteojos, el tapir o danta de

páramo, la ardilla enana, el cusumbo, la comadreja, el conejo de páramo, la chucha, dos especies diferentes de guagua y el armadillo. También existen no menos de 20 especies de murciélagos insectívoros, friguívoros y nectarívoros. Hay además varias especies de sapos y ranas.

En la actualidad habitan en la zona del parque varios ejemplares del Cóndor de los Andes los cuales han sido introducidos por el hombre en un proyecto de repoblación de esta ave.

Durante el Pleistoceno (los últimos 1.6 millones de años) el nivel de las glaciaciones descendió hasta los 2.700 metros en la vertiente oriental del parque y a 3.200 metros en la occidental. En su máximo desarrollo el casquete de hielo y nieve alcanzó unos 860 Km². Hace 14.000 años se inició el retroceso del nivel de los glaciares, con un nuevo descenso de 200 a 400 metros que culminó hacia el año de 1845. A partir de entonces ha habido un nuevo retroceso. Actualmente solo conservan casquetes permanentes de hielo y nieve, los volcanes del Ruiz, Santa Isabel y Tolima, con un total de 36 km².

El más imponente de los volcanes es el Nevado del Ruiz, a 5.320 metros de altura sobre el nivel del mar; es un estratovolcán que cubre un área de 200 Km² y presenta dos cráteres adventicios, La Olleta (4.800 msnm) al oeste del cráter principal y, el Alto de la Piraña (4.400 m) al noreste.

Al sur del Nevado del Ruiz se sitúan los volcanes Nevado de Santa Isabel (4.950 m), Paramillo de Santa Rosa (4.600 m) y Cisne (4.700 m) que permanecen dormidos en la actualidad. Remata la cadena volcánica el Nevado del Tolima, a 5.400 m de altura sobre el nivel del mar. Fue la cumbre que dio el nombre a la región del Dulima, hacia el oriente, y que se conoció como el "país de la nieve". Este cono simétrico, permanece cubierto por nieves perpetuas desde los 4.700 metros y cuenta con varias fumarolas en sus flancos. El volcán del Tolima presentó actividad volcánica en 1882, 1825, 1826 y 1943.

El territorio del parque se asienta sobre materiales de origen volcánico, domos, coladas de lava, depósitos de cenizas, depósitos de flujos piroclásticos y depósitos de flujos de lodo

(lahares). Los suelos dentro del parque han sido clasificados como andosoles y andepts o andequepts, derivados de cenizas volcánicas, y existen mistosoles en los lugares mal drenados. El régimen de lluvias es bimodal en toda el área del parque, con dos periodos de lluvias altas y dos periodos de lluvias bajas. El primer periodo de lluvias altas se presenta en los meses de abril y mayo y el segundo en octubre y noviembre. Estos periodos están separados por dos de poca lluvia, con sus mínimos generalmente centrados en los meses de enero-febrero y julio-agosto.

En cuanto a geomorfología se refiere, dominan las formas volcánicas, cráteres, cuellos, domos, espinas y coladas de lava, afectados por glaciaciones, quedando como rasgos visibles, morrenas, estrías y valles glaciares en forma de U.

2.1. VOLCÁN NEVADO DEL RUIZ

El volcán Nevado del Ruiz (VNR o Ruiz), también llamado desde la época precolombina Cumanday (Cerro Blanco), Tabuchía (Candela de Fuego) o Tama (Padre Mayor o Grande), hace parte del Parque Nacional Natural de Los Nevados y se encuentra localizado en la cresta de la Cordillera Central, en límites de los departamentos de Caldas y Tolima. Pertenece administrativamente al municipio caldense de Villamaría y a los municipios de Casabianca, Villahermosa y Murillo en el departamento del Tolima. Como parte del Parque Nacional Natural de Los Nevados, el Ruiz está bajo la administración de la Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales, entidad adscrita al Ministerio del Medio Ambiente. Se encuentra a una distancia de 140 Km. al noroeste de Bogotá y a 28 Km. al sureste de Manizales, en las coordenadas geográficas $4^{\circ} 53' 43''$ de latitud Norte y $75^{\circ} 19' 21''$ de longitud oeste a una altura máxima de 5320 msnm., y se erige sobre un cono formado por intercalaciones de depósitos piroclásticos y coladas de lava dacíticas producidas por el mismo volcán. La cumbre del aparato volcánico está cubierta por un casquete de hielo con un espesor máximo de 190 m en el glaciar de las Nereidas, un espesor promedio de 49 m, un área de 11.58 km^2 y un volumen de 0.57 km^3 (Thouret et al, 1990).

Desde sus cumbres nevadas nacen los ríos Recio, Lagunillas, Azufrado y Gualí que drenan

hacia el río Magdalena, y el río Molinos y quebradas Las Nereidas y Alfombrales que drenan hacia el río Cauca (Fig. 2).

El nevado del Ruiz, con una historia eruptiva de 1.8 Ma (desde el Plioceno) está construido sobre varias unidades de flujos de lava dacíticas, en la compleja intersección de cuatro grupos de fallas, siendo las más significativas la falla de Palestina de dirección $N20^{\circ}E$, y la falla Termales-Villamaría de dirección $N50^{\circ}W$. Durante el pasado geológico reciente han ocurrido tres estadios de construcción y destrucción de edificios volcánicos denominados Ruiz Ancestral, Ruiz Viejo y Ruiz (Thouret et al, 1990)), cuyos productos se encuentran como remanentes en una gran zona. Los productos del estadio Ruiz por ser los de menor edad son los mejor preservados y están constituidos por lavas dacíticas de diferente edad y depósitos piroclásticos de las últimas erupciones y sobre ellos es que descansa el casquete de hielo.

El VNR posee una forma de estrella achatada, ligeramente simétrica, con un diámetro mayor en su base de 15 km. Su cima alcanza la cota 5320 msnm y presenta un cráter activo hacia su parte norte, de nombre Arenas, de 870 x 830 m de diámetro y una profundidad de 247 metros. La Olleta, al oeste, y La Piraña, al E son dos volcanes parásitos o secundarios del Nevado del Ruiz, actualmente durmientes. El drenaje es de tipo radial centrífugo y paralelo. En su conjunto el Nevado del Ruiz está constituido por 15 glaciares de diferentes tamaños, algunos aún sin nombre, que como una sola unidad constituyen el casquete glaciar.

Se señala como una de las grandes reservas de agua, pues de sus cumbres se desprenden ríos y quebradas que bañan los costados oriental y occidental de la Cordillera Central. En esta reserva nacen las aguas indispensables para la producción de más del 50% del café colombiano, del arroz, sorgo, algodón y maíz.

Durante la erupción del Volcán Nevado del Ruiz en Noviembre de 1985, la mayor catástrofe de esta naturaleza documentada en la historia del territorio colombiano, se presentaron varios flujos de lodo generados por el deshielo de la capa glaciar sobre la que cayeron materiales calientes provenientes del cráter Arenas. En esta oportunidad se fundieron en corto tiempo alrededor de 70 - 120 millones de m^3 de hielo (Linder, 1993), equivalente a la fusión

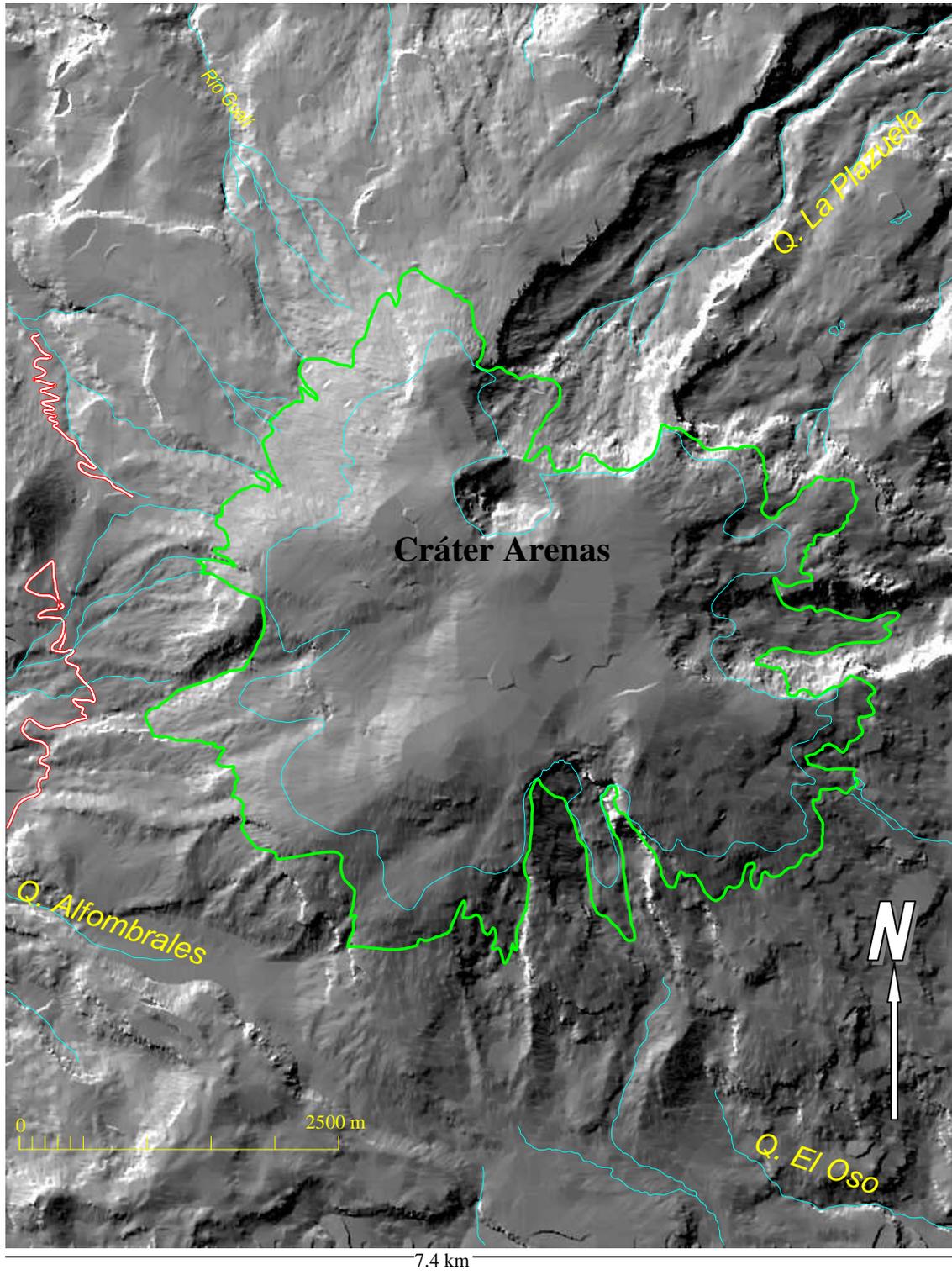


Figura 2. Mapa de sombras del volcán Nevado del Ruiz. En color verde se muestra el límite del glaciar en 1987 y en cian el límite actual. En color cian también se representa el drenaje y en rojo las carreteras. Nótese el cráter Arenas.

superficial de aproximadamente el 10% de la cubierta de hielo del volcán, generando flujos de agua fundida (Naranjo et al, 1986).

2.2. VÍAS DE ACCESO

Manizales se comunica con el parque por una carretera pavimentada en perfecto estado (vía Manizales-Bogotá), y un tramo de carretera destapada cercana al parque mismo. El acceso a la parte alta se realiza por la carretera Manizales- Murillo, siguiendo un carreteable que parte del sitio conocido como Brisas, pasando por el pie del cráter de La Olleta y tomando la ruta que conduce al sector del Refugio (4800 msnm).

3. GEOLOGÍA

Las descripciones geológicas aquí presentadas son para las unidades que se encuentran en la ruta Manizales – Nevado del Ruiz donde afloran rocas metamórficas, ígneas plutónicas y volcánicas y rocas sedimentarias.

3.1. Rocas metamórficas. Las rocas metamórficas aflorantes en esta sección de la Cordillera Central pertenecen al conjunto de rocas de baja presión denominadas por Nelson (1962) como Complejo Cajamarca y Rocas Metamórficas de la Cordillera Central por Feininger et al, (1972). Es una unidad litológica espesa y amplia en la Cordillera Central, constituida por rocas metamórficas de baja presión que varían en facies entre esquistos verdes y anfibolita. En otras regiones de la cordillera se encuentran neises, anfibolitas y granulitas como facies representativas de presión más elevada. La litología dominante en esta parte de la cordillera está representada por filitas, esquistos verdes cloríticos, esquistos cuarzosericíticos y esquistos grafitosos, intercalados entre si.

Aún no hay un consenso sobre la edad de las rocas metamórficas de la Cordillera Central, o al menos sobre cuando tuvo lugar el último evento tectotermal que afectó la cordillera. Sin embargo, la edad más difundida ubica las rocas originales en el Cámbrico-Ordovícico con un evento metamórfico en el Silúrico. Eventos metamórficos han sido reportados en el

Paleozoico Superior por Restrepo y Toussaint (1978) y en el Cretáceo-Terciario por Vesga y Barrero (1978), Nuñez et al, (1979), razón por la cual a esta unidad también se le ha denominado en la literatura geológica de Colombia como el Complejo Polimetamórfico de la Cordillera Central.

En el trayecto al Parque de los Nevados estas rocas afloran sobre un tramo muy corto (aprox.200 m); su contacto occidental es fallado con las rocas metasedimentarias del Complejo Quebradagrande, mientras que el contacto oriental aunque no se ve se supone es intrusivo por el Stock de Manizales. Existe una franja de aproximadamente 100 m de espesor de un neis biotítico dentro de esta unidad cuya relación con ella aún no es bien clara. A primera vista parece corresponder a un intrusivo sintectónico (intrusivo neísico) el cual puede seguirse hacia el norte. Este cuerpo neísico presenta contactos tanto intrusivos como tectónicos con el Stock de Manizales, siendo la zona de contacto intrusivo la que produce la mayor cantidad de oro del distrito minero de Manizales-Villamaría.

3.2. Rocas estratificadas. Las rocas estratificadas en lo que concierne a esta excursión corresponden a las metasedimentitas del Complejo Quebradagrande (Botero, 1963). En esta parte de la cordillera la unidad está conformada por limolitas negras, chert, shale, limolitas amarillas, grauvacas, lentes de conglomerados cuarzosos y conglomerados líticos. Es la unidad geológica más antigua de las unidades sedimentarias de la zona, con edades que abarcan prácticamente todo el periodo Cretáceo. Conforman lo que podría llamarse el basamento de Manizales y se caracteriza por estar fallada, plegada, intensamente fracturada y bastante alterada en muchos sitios.

Encima de esta unidad se encuentra el "Supraterreno Volcanoclástico de Manizales" (Naranjo y Ríos 1989) conformado por las Formaciones Manizales, Casabianca, los depósitos de flujos de escombros holocénicos y los depósitos de lluvias piroclásticas recientes, que tapizan a manera de sábana las demás litologías.

3.2.1. Formación Manizales. Definida por Flórez (1986) y descrita por Naranjo & Ríos (1989) como un conjunto de rocas sedimentarias volcanogénicas derivadas del complejo

volcánico Ruiz-Tolima, depositadas en el intervalo de tiempo de 8 a 4 Ma. Litológicamente consiste de conglomerados y areniscas fluviales, conglomerados lodosos matriz-soportados y conglomerados pumáceos, producidos como resultado del retrabajamiento de grandes cantidades de productos volcánicos depositados en los sistemas de drenaje.

3.2.2. Formación Casabianca. Nombre utilizado inicialmente por Thouret (1984) y luego redefinido por Borrero y Naranjo (1990), para denominar un conjunto de sedimentos volcanogénicos de grano grueso, ignimbritas, tobas y sedimentos volcánicos retrabajados, producidos como resultado de una agradación en cauces fluviales, inducidos por el volcanismo de la cadena volcánica Ruiz-Cerro Bravo y, depositados durante el Plioceno tardío - Holoceno temprano (3.5 - 1.5 Ma). La característica fundamental de esta formación es la intensa alteración que presentan sus diferentes componentes.

3.3. Rocas ígneas. Estas se han agrupado en dos clases en función de su origen, forma de presentación y edad. Ellas son: plutones cuarzodioríticos, domos y coladas de lava

Plutones cuarzodioríticos: Existen en la Cordillera Central una serie de plutones a manera de batolitos, stocks y diques de composición ácida a intermedia (Barrero et al 1969, Irving 1971), que intruyen las rocas metamórficas. Estos varían en composición desde diorita hasta granodiorita; la mayoría son de edad cretácea, aunque algunos fueron emplazados durante los periodos Jurásico y Terciario temprano. Uno de estos cuerpos es el Stock de Manizales, denominado como tal por Barrero et al, (1969). Es un cuerpo de composición cuarzodiorítica que intruye las rocas metamórficas del Grupo Cajamarca y las metasedimentitas del Complejo Quebradagrande. Se encuentra emplazado al este de Manizales y aflora sobre la carretera a Honda. Tiene una edad reportada de 56 ± 2 Ma (Aspden et al, 1987). Hacia la parte alta de la cordillera el stock está cubierto por coladas de lava y una delgada manta de piroclastos.

Domos y coladas de lava: bajo esta denominación se han agrupado todos los cuerpos subvolcánicos y coladas de lava que conforman parte del esqueleto volcánico del lado occidental del volcán Nevado del Ruiz. Dentro de estos están: Cerro Sancancio, Colada de lava de La Enea, Volcán Tesorito (cerro Tesorito), Cerro Gallinzao, Peña Margarita, Cuchilla

Las Colonias, Lomas de Piedrablanca, domo colada del Ocho, domo del Alto de Santana, volcán Chinchiná, también denominado Alto de La Laguna, domo El Arbolito, Espina El Cóndor (este nombre aparece por primera vez) y domos de la Estación de Tv o Cerro Gualí, Alto El Águila. Todos son cuerpos en general de composición dacita, andesita, andesita basáltica y de texturas predominantemente porfiríticas.

Ya hacia la parte alta de la cordillera la geología es netamente de origen volcánico con modelado glaciar.

4. GEOLOGÍA VOLCÁNICA

Sobre la secuencia ígneo-metamórfica que conforma la Cordillera Central se ha desarrollado un volcanismo de margen continental activo, aproximadamente desde mitad del Terciario hasta hoy (los últimos 25 millones de años). Van Houten (1976) ubica el inicio de la actividad volcánica en la Cordillera Central al final del Oligoceno, manteniéndose hasta las épocas recientes, siendo el Mioceno tardío la época donde floreció el volcanismo de tipo explosivo.

Las primeras manifestaciones volcánicas en el eje de la Cordillera Central consisten de voluminosos flujos de lava de andesita y dacita de dos piroxenos, derramados sobre las rocas ígneo-metamórficas, actividad que Herd (1982) la ubica hacia los 50 Ma atrás (Eoceno medio).

Según Thouret (1984) y Thouret et al, (1985a, 1985b) el volcanismo inicial en la zona central de la cordillera fue de tipo fisural, formándose grandes mesetas de lava sobre las que fueron edificándose, en fases sucesivas, diferentes aparatos volcánicos que fueron destruyéndose hasta obtener la cadena volcánica, conocida como Complejo Volcánico Ruiz - Tolima. Posteriormente, en el Mioceno tardío (hace 8 millones de años) la actividad volcánica cambia a un estilo más explosivo, originándose grandes volúmenes de material piroclástico necesarios para la depositación de la Formación Mesa (Van Houten, 1976, Dueñas y Castro, 1981), en el valle del Magdalena, la Formación Manizales (Naranjo y Ríos, 1989) en el valle del Río Cauca, y la Formación Casabianca (Borrero y Naranjo, 1990), en ambos flancos de la cordillera.

Las lavas más viejas del complejo se extendieron hasta 30 Km de los centros de emisión. Más recientemente se han producido coladas de lava que no se alejan más de 3 - 5 Km de los sitios de erupción. Según Thouret et al, (1990) el actual volcán del Ruiz ha sido construido durante los últimos 150.000 años dentro de la caldera del Ruiz antiguo. Las manifestaciones volcánicas actuales en el macizo volcánico se reducen a actividad fumarólica y las pasadas erupciones freáticas y freatomagmáticas del volcán del Ruiz desde diciembre de 1984.

5. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE TIPO VOLCÁNICO EN EL PARQUE DE LOS NEVADOS

Son muchos los depósitos de origen volcánico que se encuentran en el valle del Rio Magdalena, que evidencian la acción de la actividad ígnea en los volcanes de la Cordillera Central, sin embargo por no tener datos históricos o alguna otra fuente de averiguación, éstos pueden corresponder a actividad de cualquiera de los volcanes de la Cordillera Central, que tienen drenajes hacia el este.

El primer recuento histórico de actividades volcánicas en la región del Parque Natural de los Nevados se encuentra en un mapa publicado en el año de 1570 (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1969), donde se localiza un gran volcán en llamas al noroeste de Mariquita. Este documento podría referirse el volcán Nevado del Ruiz.

Teniendo en cuenta que el Volcán del Ruiz es el que ha tenido más actividad histórica, los siguientes párrafos hacen referencia a su actividad.

Desde la época de 1570, aparentemente el volcán tuvo actividad fumarólica continua hasta 1595, año durante el cual ocurrió una violenta erupción, que fue observada por Cieza de León, cronista sevillano (Ramírez, 1968) según Fray Pedro Simón quien hizo una descripción detallada de esta erupción. El 12 de Marzo de 1595 a las 11 a.m. ocurrieron tres temblores que se sintieron hasta unas 50 leguas alrededor del volcán. Estas sacudidas estuvieron acompañadas por emisiones de productos volcánicos como lapilli y cenizas. A consecuencia de lo anterior una gran cantidad de rocas, lodo y agua invadió los cursos de los ríos Gualí y Lagunilla, situados respectivamente al norte y oeste del cráter del Ruiz, acabando cultivos y

matando ganados en los valles de estos ríos hasta alcanzar el valle del Río Magdalena. Sin embargo, Fray Pedro Simón no reporta pérdida de vidas humanas.

El volcán del Ruiz tuvo erupciones en 1828 y 1829 y estuvo humeando entre 1831 y 1833 (Von Humbolt, 1858; Hnatke y Parodi, 1966; Schaufelberger, 1944; Herd, 1982).

Posteriormente a causa de una erupción, el 10 de febrero de 1845 a las 7:00 a.m., un torrente de lodo invadió los cursos de los ríos Lagunilla y Santo Domingo (Ramírez, 1968). El fenómeno ocasionó la muerte de 400 a 1.000 habitantes de las cabeceras del Río Lagunillas y grandes daños materiales. Los efectos se observaron hasta la Provincia de Mariquita. Sobre los depósitos de este flujo de lodo se construyó la ciudad de Armero, la cual en noviembre de 1985, fue totalmente arrasada por un evento similar. Desde 1945 y especialmente a partir de la década de 1950, cuando se construyó el Hotel Refugio, el cráter Arenas estuvo visitado con frecuencia, debido a la baja actividad volcánica en esta época.

6. HOJA DE RUTA. *(ver plano adjunto en bolsillo)*

El recorrido se hará saliendo desde la Universidad de Caldas en dirección Manizales-Honda, hasta el sitio denominado El Ocho (La Esperanza) en donde se deja la vía a Honda para continuar en la vía que conduce al municipio de Murillo y al volcán del Ruiz.

Están contempladas 12 estaciones, 10 para hacer observaciones de tipo geológico y paisajístico y 3 para tomar café y almorzar.

BATALLON AYACUCHO Km 0.0. h = 2.150 msnm SALIDA

Saliendo del Batallón, la carretera corta depósitos de lluvias piroclásticas con espesores de más de 5 mts, hasta unos 200 mts adelante donde éstos están suprayaciendo los depósitos de flujos de escombros de la Formación Casabianca. Esta última aflora hasta cerca de Arrow (antigua fábrica de camisas, km 2.2) donde está cubierta nuevamente por depósitos de lluvias piroclásticas.

Mientras se desciende del Batallón hacia Arrow se puede observar al fondo el valle de la Enea, donde está el aeropuerto La Nubia. Esta planicie fue formada por el relleno con flujos de escombros Holocénicos provenientes del antiguo Volcán del Ruiz, los que descendieron a lo largo de las quebradas Termales, Tolda Fría y el río Chinchiná.

Observando hacia el lado derecho se aprecia el Cerro Sanancio de $1.2 \pm 0,08$ Ma (Thouret et al, 1990). También se pueden ver las facetas triangulares de la falla Manizales-Villamaría (también denominada Villamaría - Termales) de dirección aproximada este-oeste.

Cincuenta (50) metros adelante de Arrow está el cauce de la Quebrada El Perro controlado por la falla del mismo nombre, con dirección aproximada N-S. Esta falla, está afectando en este lugar las rocas del Complejo Quebradagrande y a la vez sirvió de control estructural para la depositación de la Formación Manizales.

Km 3.1 Entrada al parque de recreación "El Bosque Popular".

Mirando al frente se aprecian los dos domos y el cráter del volcán Tesorito. Una datación radiométrica de uno de estos domos dio 1.2 ± 0.2 Ma (Thouret et al, 1990).

Km 3.8 Glorieta que da entrada al aeropuerto La Nubia y al Barrio La Enea (hacia la derecha). La urbanización San Marcel antes del desvío al aeropuerto está construida sobre los depósitos distales del Abanico aluvial de Maltería (Naranjo & Rios, 1989). Desde este sitio y en dirección hacia Maltería la carretera está sobre los depósitos de este abanico.

Km 3.9 Puente La Libertad. $h = 2.040$ m

Km 6.0 Estación de Coca-cola. $h = 2.133$ m (al lado derecho de la vía)

Km 6.5 Estación de Gasolina TerpeIL (al lado derecho de la vía)

Km 6.7 Licorera de Caldas. $h = 2.165$ m (al lado izquierdo de la vía)

Km 7.1 Instalaciones de Terpel. h = 2.184 m

Km 8.5 Inspección de Policía de Maltería. h= 2.270 m. El caserío que se encuentra aquí está construido sobre los depósitos proximales del Abanico de Maltería. Terminando el caserío se pasa a cortar una apófisis del Stock de Manizales que intruye las rocas del Complejo Quebradagrande, las que aparecen más adelante.

Un poco arriba de Maltería y mirando hacia el oeste (a la derecha) se aprecia con mayor claridad el volcán Tesorito, el Cerro Sancancio y el relleno de La Enea, así como la Quebrada Tolda Fría con sus remanentes de depósitos de flujos de escombros. Mirando al sureste (lado derecho) se aprecia el flanco norte del Cerro Gallinazo. Por la parte de atrás de este cerro está el acueducto Gallinazo, uno de los dos que surte de agua potable a la ciudad de Manizales.

Pasando la apófisis del Stock de Manizales afloran las sedimentitas del Complejo Quebradagrande. Los afloramientos continúan hasta el km 13.3 donde está en contacto fallado con las rocas metamórficas del Complejo Cajamarca. En este sitio hay evidentes fenómenos de reptación manifiesto por el hundimiento de la banca de la carretera y el arqueamiento de los árboles en sus primeros 5 m del suelo.

En esta parte, las rocas del Complejo Cajamarca son esquistos grafitosos, filitas, esquistos micáceos y un paquete de esquistos biotíticos. Estos últimos aparecen sobre la carretera y en el cauce del Río Chinchiná, en contacto fallado con el Stock de Manizales. Los afloramientos de las rocas metamórficas están sobre unos 200 m, luego aparece el stock de Manizales hasta el km 20.6, donde está cubierto por depósitos de lluvias piroclásticas.

Desde este sitio mirando hacia el SE y sobre la margen izquierda del Río Chinchiná se aprecian las denominadas "Lavas antiguas del Ruiz, Sector Noroccidental", siendo la mayoría de esta cuchilla compuesta por domos.

Km 13.7 Restaurante La Selva. h=2.850 m

Km 14.3 Restaurante Sabinas. h= 2.560 m

Km 18.5. h=2.794 m. Hacia el lado derecho de la vía está el cauce de la quebrada La Siberia. Desde este sitio se aprecian los afloramientos de la colada de lava que descendió desde el domo colada del Ocho, la que ahora está formando relieve invertido. La margen derecha de la quebrada está sobre las rocas ígneas del Stock de Manizales.

Km. 20. Finca y cauce de la Quebrada La Siberia

Km 20.6. h= 2.954 m. Aquí terminan los afloramientos del Stock de Manizales debido a que está cubierto por depósitos piroclásticos provenientes del volcán Cerro Bravo.

Km. 22.3. Hacienda El Bosque. h= 3.038 m

Km 22.6. h= 3.063 Afloramientos de las lavas del Ocho. Estas cubren el Stock de Manizales y son a la vez cubiertas por los depósitos de lluvias piroclásticas.

ESTACIÓN 1.

Km. 23.2. La Margarita. h= 3.091.. Aquí se parará durante 15 minutos para una corta observación y explicación de la geología local. Mirando en dirección sur se ve la Peña Margarita (1.05 ± 0.08 Ma (Thouret et al, 1990)) que la constituyen una serie de coladas de lava formando relieve invertido.

ESTACIÓN 2

Km 26.2 h= 3.274 m.. Coladas de lava del volcán Chinchiná. En este sitio se aprecia el frente de tres coladas de lava (Fig. 3), que fueron eruptadas por el volcán Chinchiná y el valle glaciar por donde drena el río del mismo nombre. Un aspecto importante de notar es que el frente de la colada inferior fue pulida por el glaciar que ocupó el valle, lo que no ocurrió con las otras dos, lo que puede indicar que las dos coladas superiores fueron formadas posterior al

deshielo o que el nivel del hielo en el valle estaba por debajo de la altura a la cual se emplazaron las coladas superiores.

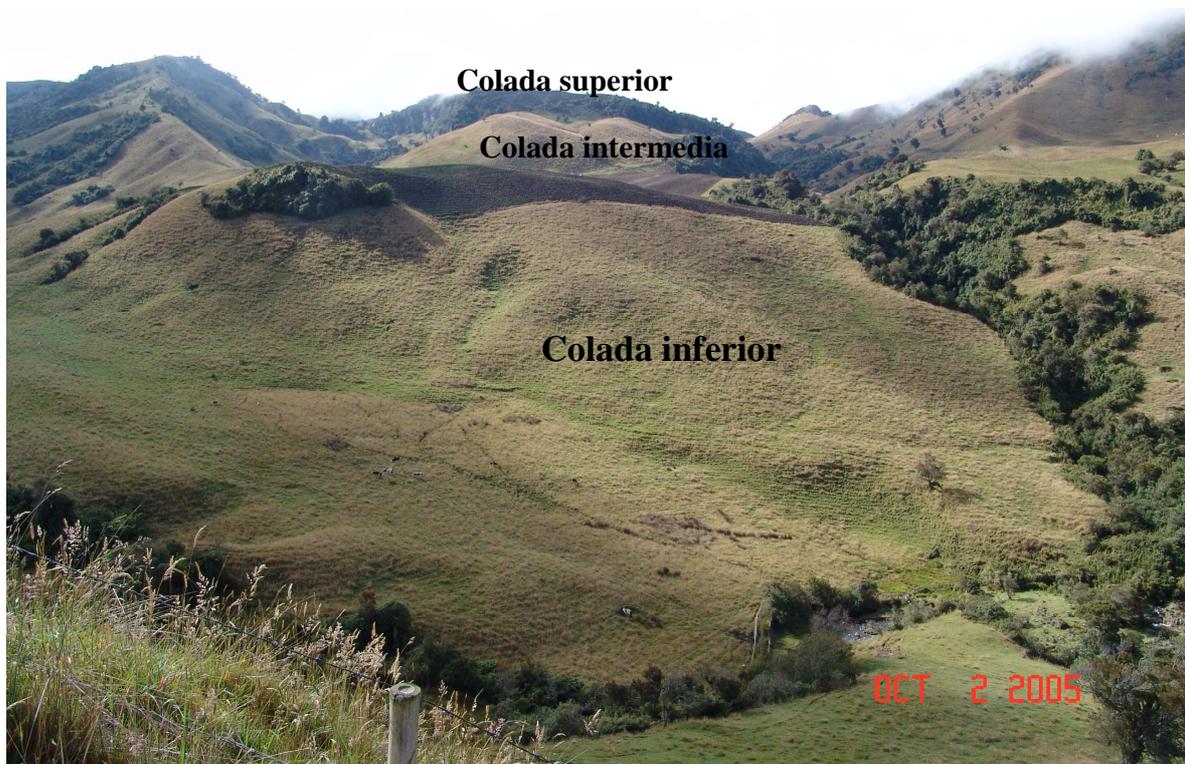


Figura 3. Frente de las tres coladas de lava del volcán Chinchiná. En primer plano está el cauce del río Chinchiná que drena de izquierda a derecha en la figura.

ESTACIÓN 3

Km 27.4 El Ocho (o La Esperanza). h= 3.340 m.. Para tomar un café y una ligera observación geológica. Desvío hacia Murillo. Acá se deja la vía a Honda para seguir en dirección a Murillo y al volcán. Mirando en dirección norte se aprecia el Domo del Ocho, desde donde brotó la colada del lava del mismo nombre y cuyos afloramientos ya se han visualizado en el recorrido.

En toda la región volcánica de esta parte de la cordillera es común que los domos exhiban disyunción columnar inclinada, mientras que en las coladas de lava se presenta vertical y/o cercana a la vertical, pues las superficies de enfriamiento muchas veces son horizontales.

ESTACION 4

Km 29.7. Valle Glacial del Río Chinchiná. Hacia el norte se ve el circo glacial donde nace el río (Figura 4). Nótese que el valle viene en dirección norte a sur y luego cambia hacia el oeste. El valle principal está entre dos domos siendo uno el Domo colada del Ocho discutido en la estación anterior.

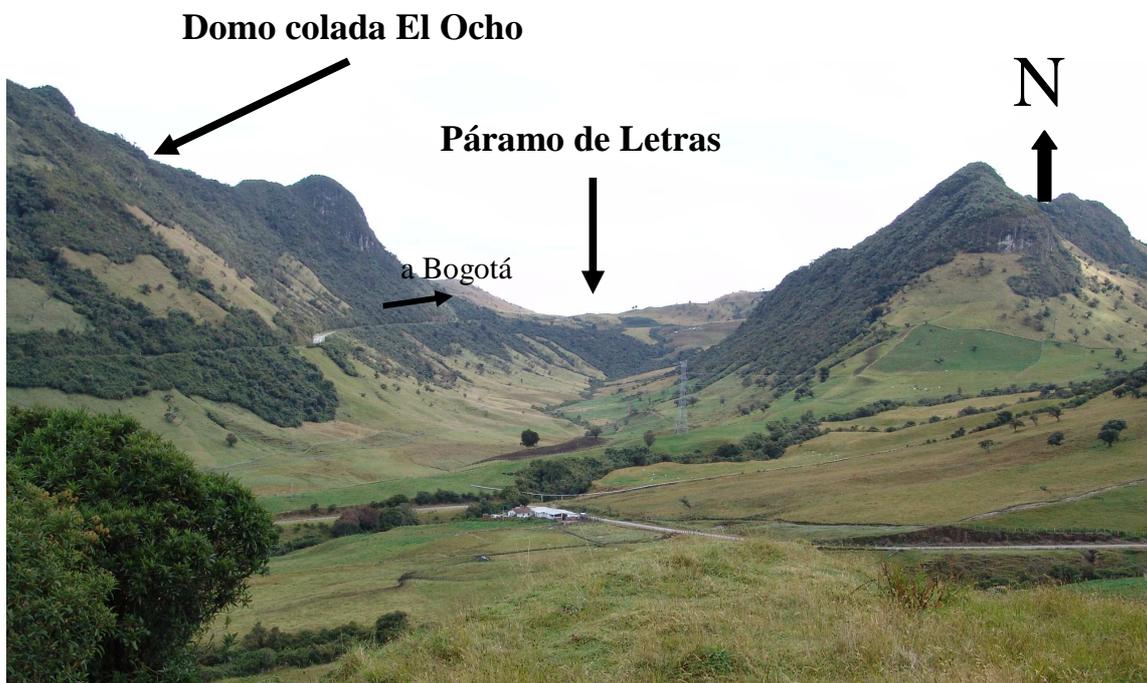


Figura 4. Valle glacial donde nace el río Chinchiná. Al fondo y parte central de la figura es el Páramo de Letras y circo glacial desde donde se alimentaba el glaciar. El valle está formado entre dos domos.

ESTACION 5

Km 33.4. h= 3.668 (altura registrada en una valla = 3.710 m).. Escuela Aspar. Desde este lugar se aprecia el cráter del volcán Chinchiná, -conocido en la región como Alto de La Laguna-, el dique natural de la colada que selló el cauce de la quebrada Laguneta creando un lago, el que después de colmatarse dejó una superficie plana donde está construida la escuela (Fig 5). Igualmente se aprecian los rasgos geomorfológicos dejados por los borbotones de lava en el momento de la última erupción.

ESTACIÓN 6

Km 34.5. h= 3. 755 m (altura registrada en una valla = 3.760 m). Laguna de Chinchiná, también conocida como Laguna Negra. Esta laguna se originó por taponamiento de un drenaje, al igual que el lago de la estación anterior. Nótese el proceso de colmatación que tiene la laguna en la actualidad (Fig. 6), el mismo proceso de todos los lagos que se encuentran en el parque, lo que inevitablemente conducirá al relleno total de la laguna con lo cual desaparecerá en el futuro quedando finalmente una superficie plana.

El Alto de la Laguna o volcán Chinchiná es un domo colada de composición andesítica, con su forma asimétrica en dirección noroeste. En este lugar se observan las capas de tefra y los niveles de suelos fósiles que modelan la topografía, las cuales son constantes en esta región del parque.

Desde la próxima curva (aproximadamente 700 m adelante) y en dirección suroeste se aprecia el domo el Arbolito que hace parte de una serie de estructuras volcánicas conocidas en conjunto como la Herradura.

ESTACIÓN 7

Km 36. El Arbolito –Hostería Cumanday-. h = 3.3.795 m. Si las condiciones de visualización son buenas se puede apreciar el volcán Nevado del Ruiz en dirección SE a 10 Km desde el cráter Arenas. Se puede observar el cauce del Río Gualí y los sitios por donde se abrió paso el flujo de lodo de la erupción de Noviembre 13 de 1985, destruyendo la carretera en un trayecto amplio (Fig. 7).

En dirección sur se ve el cerro Gualí, donde está un centro de comunicaciones con repetidoras de radio, televisión, fuerzas armadas, radioaficionados etc. 500 m adelante del Arbolito hay un afloramiento de lavas hidrotermalizadas cubiertas por el manto de tefras y paleosuelos (Fig. 8).

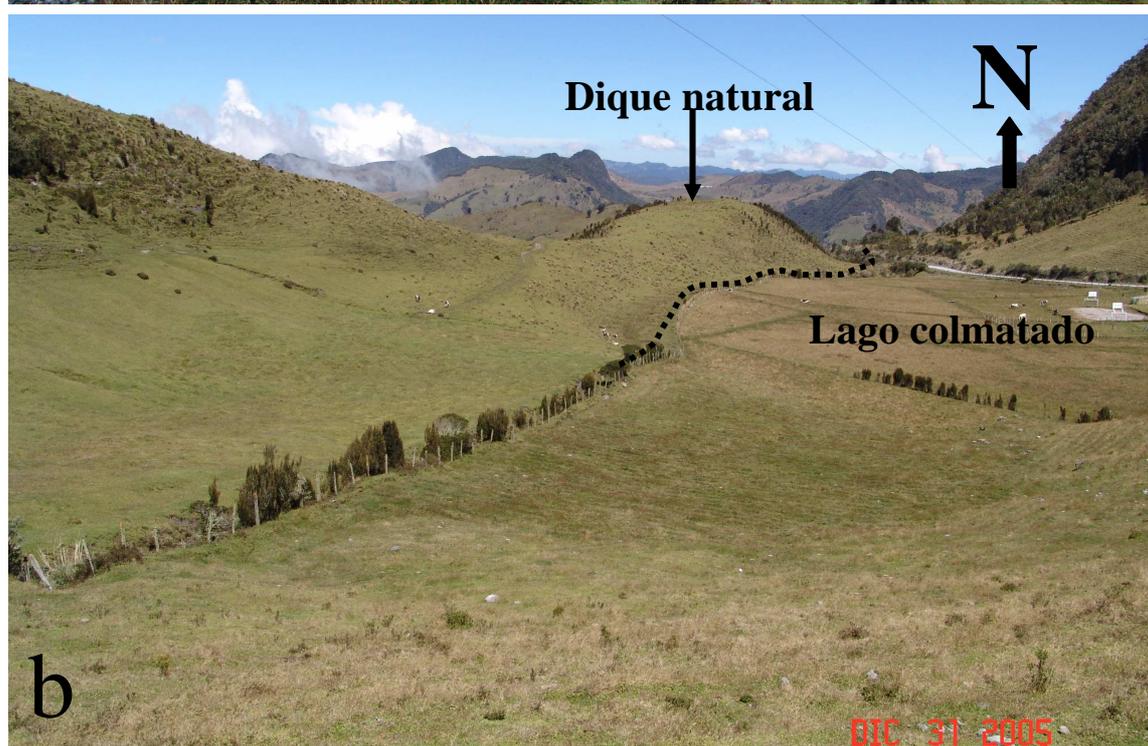


Figura 5. Vista de la morfología del volcán Chinchiná (Alto de La Laguna). Nótese el dique natural que selló el cauce de la quebrada Laguneta formando un lago, ahora colmatado con sedimentos. La línea punteada en la figura b señala el límite entre el lago y el dique.



Figura 6. Laguna de Chinchiná. La línea alrededor de la laguna indica el tamaño de la laguna al momento de formarse. Nótese que está colmatada en un 60%, lo que indica que en un futuro se llenará por completo de sedimentos desapareciendo así el cuerpo de agua y quedando una superficie plana como el lago de la estación anterior.



Figura 7. Cauce del río Gualí en la vía a Murillo. El flujo de escombros producido por la erupción de 1985 se desbordó del cauce como se aprecia en la figura. La acción erosiva de estos flujos es evidente al retirar la cubierta vegetal y el suelo que cubría las coladas de lava

Km 37.4 h= 3.880 m. Partida de la carretera hacia el Hotel Termales del Ruiz. A la izquierda se siguen observando las capas de tefra y paleosuelos.

ESTACIÓN 8

Km 38.9. h= 3.893.. Afloramiento de andesitas columnares formando una espina (Espina el Cóndor) (Fig. 9). Esta hace parte de toda la serie de domos y espinas que conectan el volcán



Figura 8. Afloramiento de lavas hidrotermalizadas cubiertas por depósitos de lluvias piroclásticas y paleosuelos (Ce) no afectados por la hidrotermalización. La línea en color blanco marca el contacto.

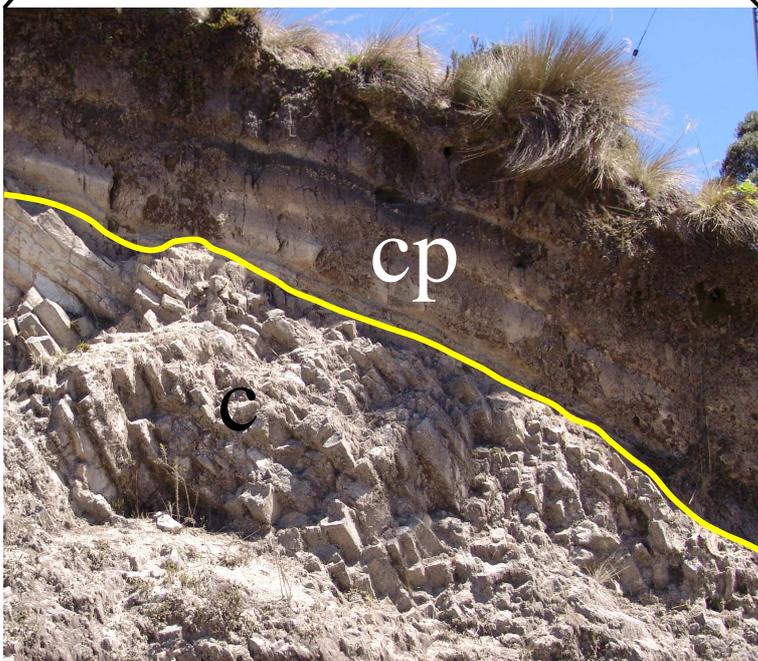


Figura 9. Espina el Cóndor. El recuadro en la parte inferior es un acercamiento del sitio marcado en la figura superior. Nótese la cubierta de depósitos piroclásticos (cp) sobre las columnas (c). La línea amarilla es el contacto entre las columnas y los depósitos piroclásticos.

del Ruiz con el Cerro Bravo. Un poco adelante y mirando hacia el suroeste (a la derecha) se ven coladas de lava del Ruiz antiguo que hacen parte del flanco occidental del volcán (Fig. 10).

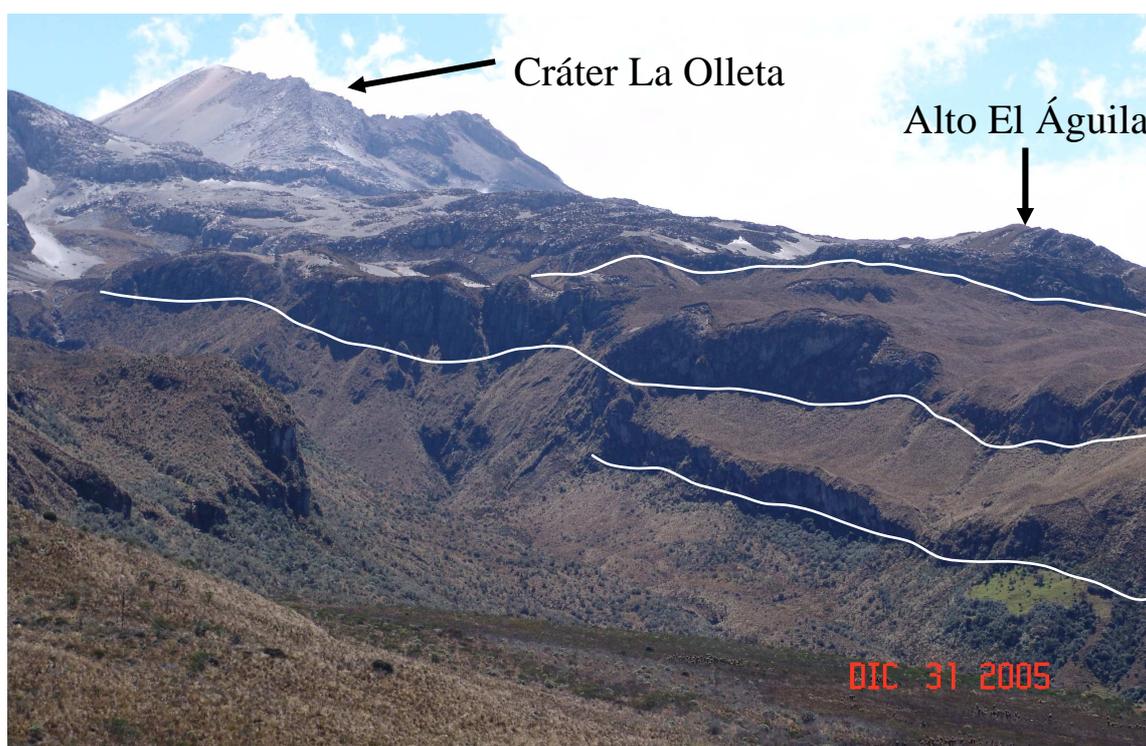


Figura 10. Coladas de lava del Ruiz antiguo las cuales se encuentran formando relieve invertido. La separación entre una colada y otra (línea en color blanco) está marcada por la diferencia en la pendiente.

Km 40.2 Casa de Brisas. h = 3.900 m. 60 - 70 m antes de la casa se observa la secuencia de tefra desplazada por acción de la falla Manizales-Villamaría (Fig. 11). A la izquierda carretera al Cerro Gualí. En este sitio se parará más tarde para almorzar.

Km 40.9 Afloramientos de lavas hidrotermalizadas.

Km 41.3. h= 3960 m. Desvío hacia el Nevado del Ruiz. A la izquierda se continúa hacia el municipio de Murillo y a la derecha al volcán del Ruiz y Laguna del Otún. Desde este sitio se puede observar con más detalle la acción devastadora y erosiva de los flujos de lodo en pendientes fuertes.



Figura 11. Afloramiento de cenizas volcánicas y paleosuelos desplazados por el movimiento de la falla Villamaría-Termalés. Las líneas en color blanco señalan los mismos contactos a lado y lado de la falla. La línea en color negro es el plano de falla.

Km 41.8. ESTACION OPCIONAL. Sobre la vía a Murillo. Cascada del Río Gualí. A la derecha de la cascada afloramiento de lavas dacíticas con estructuras de flujo. En esta estación se puede observar la acción erosiva de los flujos de lodo. Nótese que los flujos arrancaron todo el material vegetal y cuanto fragmento de roca estaba suelto, dejando la roca totalmente desnuda.

Km 41.3. Nuevamente, desvío hacia el nevado del Ruiz. 200 m delante de este sitio y sobre la vía a Murillo se encuentran varios afloramientos de los depósitos de proyección aérea característicos de la zona, en uno de los cuales se tiene determinación de edad (Fig. 12).

Km 41.9 h = 4.033 m. Entrada al parque.

Km 44 Cruce de la quebrada Azufrada. Por este cauce bajó parte del flujo de lodo que luego se unió a los de los ríos Claro y Chinchiná.

Km 44.5 Caseta Arenales. h = 4.150 m. Un poco adelante se observa hacia el este (izquierda) una duna de arena volcánica de origen eólico.



Figura 12. Afloramiento de los depósitos de cenizas volcánicas y lapilli que se encuentran en las cercanías del volcán del Ruiz. La capa de ceniza marcada CB3 corresponde a una erupción de tipo pliniana del volcán Cerro Bravo y la R7 es del Ruiz, la cual tiene la edad señalada. La descripción de todas las capas en este tipo de afloramientos así como la determinación de edades fue hecha por Herd(1982).

ESTACION 9

Km 46.5. Cauce del Río Molinos. Antes de llegar al cauce hay una planicie que fue cubierta por flujos de lodo muy acuosos y de poco espesor (pocos cm), que descendieron por las coladas de lava que se ven a la izquierda.

Antes de cruzar el río Molinos se pueden apreciar las coladas de lava recientes del cráter Arenas, así como las brechas que separan una de otra.

Por el cauce de este río bajó gran parte del flujo de lodo de 1985 y en este lugar se desbordó unos 200 m a lado y lado dejando una gran cantidad de fragmentos de pumitas y escorias regadas en toda el área inundada.

De este mismo sitio y mirando al sur se ve el borde norte del cráter La Olleta con tres coladas y un dique de dirección N40W/85E También se observa sobre el flanco de La Olleta la carretera al Refugio en zigzag (Fig. 13).

Desde la mitad del zig-zag y mirando al noreste se observan las coladas recientes del Ruiz con sus brechas basales, y/o del tope, su fracturamiento ligeramente columnar y el modelado característico en esta zona.

Km 50. Desvío a la Laguna del Otún (derecha) y al Refugio (izquierda). En dirección al Refugio se ve una de las últimas coladas de lava eruptada por el cráter Arenas en el lado occidental del volcán (Fig. 14).

ESTACION 10

Km 50.5. h= 4794.. Actual Hotel El Refugio. En este sitio se puede apreciar en toda su magnitud el Volcán Nevado del Ruiz. La infraestructura del hotel es completamente nueva ya que el que existía antes de la erupción fue averiado notoriamente por los surges húmedos de la erupción de Noviembre 13 de 1985 (Fig. 15). Dos días después de la erupción el hotel apareció incinerado totalmente.

Hasta aquí llega el vehículo y la caminata hacia las nieves del volcán corre por su cuenta. Si decide hacerlo recuerde que está por encima de 4.800 metros sobre el nivel del mar donde tanto la disponibilidad de oxígeno como la presión atmosférica son más bajas que al nivel de Manizales, razón por la cual se recomienda caminar despacio.

En este sitio se termina la excursión y se vuelve a Brisas (Km 39) para almorzar. Después del almuerzo se regresa a Manizales.



Figura 13. (A) Borde noroccidental del cono la Olleta. Se aprecian las tres coladas de lava eruptadas desde este cráter (L1, L2 y L3). En primer plano el cauce del río Molinos. A la izquierda se observa un dique (D) con inclinación hacia el ángulo inferior izquierdo de la figura. También se puede ver la carretera (flecha) en forma de zig-zag que conduce a la parte alta del volcán. En (B) se aprecia una vista aérea de las coladas. Nótese la carretera en zig-zag. El punto en color rojo marca el mismo sitio en ambas figuras.



Figura 14. Afloramiento de la colada de lava más reciente del volcán nevado del Ruiz. Sobre esta colada estaba construido el Hotel El Refugio. La línea punteada marca la base de la colada. Nótese la carretera que conduce al Refugio.

ESTACIÓN 11. Brisa. Para almorzar

ESTACION 12. La Margarita. Km 23.2 Para tomar café.

NOTA PARA EL FINAL DE LA EXCURSIÓN: Espero que la excursión haya sido de su agrado, que le haya quedado una buena impresión de la majestuosidad del Parque Nacional Natural de los Nevados, una riqueza sin igual que todos debemos cuidar para el deleite de las futuras generaciones y, de mi parte me complace sobremanera haber compartido con usted no solo discusiones de tipo geológico, sino también ratos de humor.

Por las enseñanzas que usted me dejó y por permitirme compartir este día de trabajo y diversión, muchas gracias. El autor.



Figura 15. Aspecto del Hotel El Refugio tal como quedó luego del paso de los surges piroclásticos de la erupción del 13 de noviembre de 1985. En (a) se muestra el lado del hotel por la cara que miraba hacia el volcán mientras que en (b) se indica la parte posterior, es decir, los flujos entraron por la parte de la figura a y salieron por la b. Importante notar es que a pesar de la violencia de la erupción, el hotel se mantuvo en pie. Estas fotografías fueron tomadas el día viernes 15 de noviembre de 1985.

REFERENCIAS CITADAS

- ASPDEN, J.A., McCOURT, W., BROOK, M., 1987. Geometrical Control of subduction-related volcanism: the Mesozoic and Cenozoic plutonic history of Western Colombia. *Journal of the Geological Society*, London. 144, 893-905.
- BARRERO, D., ALVAREZ, A., KASSEM, T., 1969. Actividad ígnea y tectónica de la Cordillera Central durante el Meso- Cenozoico. *Bol. Geol.* Vol. 18, No. 1-3. pp 145-173. (Bogotá).
- BORRERO, C. NARANJO, J.L., 1990. Casabianca Formation: a Colombian example of volcanism-induced aggradation in a fluvial basin. *Jour. of Volc. and Geoth. Res.*, 41: 253-267.
- BOTERO, G., 1963. *Contribución al conocimiento de la geología de la zona central de Antioquia*. Anales (Medellín) , 57: 101 p.
- DUEÑAS, H. . CASTRO, G., 1981. Asociación palinológica de la Formación Mesa en la región de Falan, Tolima. Colombia. *Geogíal. Norandina* No. 3 pp. 27-36.
- FEININGER, T., BARRERO, D., CASTRO, N., 1972. Geología de parte de los departamentos de Antioquia y Caldas (Subzona II-B). *Bol. Geol.* 20 (2) 173 p. (Bogotá).
- FLOREZ, A., 1986. Geomorfología del área de Manizales-Chinchiná, Cordillera Central, Colombia. 158 p.
- HANTKE, G., PARODI, I., 1966. Catalogue of the active volcanoes of the world including solfatara fields. Part XIX" Colombia Ecuador and Perú. *Intern. Volcanol. Assoc.* 1-73. Naples.
- HERD, D., 1982. Glacial and volcanic geology of the Ruiz-Tolima volcanic complex, Cordillera Central, Colombia. *Pub. Geol. Esp.* (Bogotá), 8: 48 p.
- INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI., 1969. *Atlas de Colombia*. Segunda Edición, 216 p. Bogotá.
- IRVING, E., 1971. La evolución estructural de los Andes más septentrionales de Colombia. *Bol. Geol.* Vol. 19 No. 2. Bogotá.
- NARANJO, J.L., RIOS, P., 1989. Geología de Manizales y sus alrededores y su influencia en los riesgos geológicos. *Revista Universidad. de Caldas*. Vol. 10 No. 1-3 116 p.
- NARANJO J.L., SIGURSSON H., CAREY S., and FRITZ W., 1986. Eruption of Nevado del Ruiz Volcano, Colombia, On 13 November 1985: Tephra fall and lahars. *SCIENCE*, Vol. 233. pp. 961-963.

NELSON, H., 1962. Contribución al conocimiento de la Cordillera Central de Colombia, sección entre Ibagué y Armenia. *Bol. Geol.* (Bogotá) , 10 (1-3): 161-202.

NUÑEZ, A., GONZALEZ, H., LINARES, E., 1979. Nuevas edades radiométricas K/Ar de los esquistos verdes del Grupo Cajamarca. *Publ. Esp. Geol.* (Medellín) , 23: 8p.

RAMIREZ, J.E.. 1968. *Historia de los terremotos en Colombia*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 250.p.

RESTREPO, J., TOUSSAINT, J., 1978. Datación de una metadiabasa del Grupo Cajamarca. *Pub. Esp. Geol.* (Medellin) , 16: 4p.

SCHANFELBERGER, P., 1944. Apuntes geológicos y pedológicos de la zona cafetera de Colombia. *Federación Nacional de Cafeteros, Colombia, Primer Tomo*, 1-288, Manizales.

THOURET, J.C., 1984. Observations geomorphologiques preliminaires sur quelques reliefs volcaniques des Andes de Colombie. *Geomorphologie, exemples sud-américains*. Tran. et. Doc. du CEGET-ONRS, No. 52.

THOURET, J.C. et. al., 1985a. Cronoestratigrafía mediante dataciones K/Ar y C-14 de los volcanes compuestos del Complejo Ruiz-Tolima y aspectos volcano-estructurales del Nevado del Ruiz, Cordillera Central de Colombia. *VI Congr. Latin. Geol.* (Bogotá): 49p.

THOURET. J.C., 1985b. Aspectos volcanoestructurales y dinamismo eruptivo reciente de los volcanes Cerro. Bravo y Nevado del Tolima, Cordillera Central de Colombia. *VI Congr. Col. Geol* (Medellín), 13: 3 p.

VAN HOUTEN. F., 1976. Late Cenozoic volcanoclastic deposits Andean Fordeep, Colombia. *Geol. Soc. Am. Bull.* Vol. 87, pp 481-495.

VESGA, C., BARRERO, D., 1978. Edades K/Ar de rocas ígneas y metamórficas de la Cordillera Central de Colombia y su aplicación geológica. *II Congr. Geol.* (Bogotá), Resúmenes: p 19.

VON HUMBOLDT, A., 1858. *Cosmos: a sketch of physical description of the Universe. Vol. 5*, Henry G. Bohn., 1-500. London.

HERD, D., 1982. Glacial and volcanic geology of the Ruiz-Tolima complex, Cordillera Central, Colombia. *Publicaciones geológicas especiales de Ingeominas*. 8, 48 p. Bogotá.

LINDER, W., 1993. Perdidas en la masa de hielo en el Nevado del Ruiz causadas por procesos climáticos y eruptivos durante los últimos 50 años. Tesis de doctorado. *Análisis geográficos* 23. 113 pp. IGAC. Santafé de Bogotá.

Además de las referencias arriba citadas también se consultaron los siguientes documentos:

Plan de manejo Parque Nacional Natural los Nevados y su zona de amortiguación. Ministerio del Medio Ambiente. Unidad coordinadora. Pereira, octubre de 2002.

Excursión Postsimposio Parque Natural los Nevados. Simposio sobre magmatismo Andino y su marco tectónico. Manizales. Julio de 1991.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis sinceros agradecimientos al personal directivo de la Asociación Colombiana de Facultades de Ciencias quien patrocinó la publicación de esta guía. Igualmente a mi señora María Delfa por acompañarme en los trabajos de campo y a mis hijas Claudia Esperanza y Luisa Fernanda por permitirme ausentarme de ellas en momentos que debería estar compartiendo ratos de vacaciones. Agradecimientos especiales a la doctora Crsitina Arbeláez “la señorita” de Acofacien, por su apoyo incondicional y sugerencias en la preparación de esta guía.