

**“PETROGRAFÍA DE LOS GRANITOIDES EN LOS SECTORES DE VETAS,  
CALIFORNIA Y CHARTA, MACIZO DE SANTANDER”**

**Blanca Patricia Báez Vargas**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO- QUIMICAS  
ESCUELA DE GEOLOGIA  
BUCARAMANGA  
2012**



*SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO*



*UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER*

**“PETROGRAFÍA DE LOS GRANITOIDES EN LOS SECTORES DE VETAS,  
CALIFORNIA Y CHARTA, MACIZO DE SANTANDER”**

**Blanca Patricia Báez Vargas**

**Trabajo de Grado para optar el título de Geólogo**

**DIRECTOR UIS**

**CARLOS ALBERTO GARCIA RAMIREZ**

**Ph.D Geólogo**

**CODIRECTORA INGEOMINAS:**

**GLORIA PRIETO RINCÓN**

**Ph. D Geoquímica**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO- QUIMICAS  
ESCUELA DE GEOLOGIA  
BUCARAMANGA**

**2012**

---



## *Dedicatoria*

*A Dios por darme la fuerza de llegar hasta acá y no dejarme desfallecer en*

*los momentos más duros,*

*A mis padres por apoyarme y siempre estar ahí cuando los necesite,*

*A mis hermanos por sus palabras de aliento y su compañía en todo*

*momento,*

*A Leandro Adame por su compañía y apoyo en esta etapa y enseñarme a*

*no rendirme,*

*A la familia por darme su amor y compañía en este camino de aprendizaje.*



## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres por brindarme su amor, confianza y apoyo en todo momento.

A mis hermanas Carolina Báez y Estefanni Báez porque siempre estuvieron apoyándome y acompañándome en este proceso.

A toda mi familia (Ricardo, Fredy, Diana, Gemelos, abuelitos) por su apoyo incondicional.

A Gloria Prieto y Carlos García por su confianza y apoyo en el desarrollo de mi tesis.

A mis compañeros del Instituto Geológico de Colombia por su colaboración.

A Leandro por sus consejos y palabras en el momento preciso.



## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	15
1. OBJETIVOS.....	16
1.1 OBJETIVO GENERAL .....	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
2. GENERALIDADES .....	17
2.1 LOCALIZACIÓN.....	17
FIGURA.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO (IMÁGENES TOMADAS DE GOOGLE) .....	17
2.2 VÍAS DE ACCESO.....	17
2.3 CLIMA.....	18
2.4 HIDROGRAFÍA .....	19
2.5 FISIOGRAFIA .....	19
3. CONTEXTO GEOLÓGICO .....	20
3.1 MARCO TECTÓNICO .....	21
3.1.1. Provincias tectónicas.. .....	22
3.1.2. Provincia Macizo de Santander.. .....	22
3.1.3. Bloque de Floresta. o.....	22
3.1.4. BLOQUE DE CICUTILLA.....	23
3.1.5. BLOQUE DE OCAÑA. ....	23
3.2. ESTRATIGRAFÍA .....	24
4. METODOLOGÍA .....	29
5. ANTECEDENTES.....	31



6. PETROGRAFIA .....	33
6.1 CLASIFICACION MODAL DE LAS ROCAS ESTUDIADAS.....	35
6.2 DESCRIPCION PETROGRAFICA DE ROCAS IGNEAS.....	37
6.3 ANALISIS TEXTURAL .....	56
7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	58
8. CONCLUSIONES .....	60
9. RECOMENDACIONES.....	61
BIBLIOGRAFÍA.....	62
ANEXOS.....	65



### TABLA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura.1 Localización del área de estudio (Imágenes tomadas de Google) .....	17
Figura. 2- Vías de acceso (Mapa de carreteras de Santander, INVIAS).....	18
Figura 3. Fisiografía de Vetas, California y Charta. (Imagen tomada de Google Earth.) .....	19
Figura 4. Esquema tectónico del Departamento de Santander. Tomado de Clavijo, et al. (1993).....	24
Figura. 5 Mapa geológico de la Plancha 110 Pamplona. (Ward y Goldsmith, 1970).....	28
Figura. 6 Microscopio óptico de luz transmitida y contador de puntos PRIOR. .	30
Figura 7. Mapa de la ubicación de las muestras estudiadas en la plancha 110 (Grupo de Geoquímica del Instituto Geológico de Colombia 2011) .....	34
Figura 8 Localización de las muestras estudiadas en el diagrama de Streckeisen (1979).....	35
Figura 9 Localización de las muestras estudiadas en el diagrama de Streckeisen (1979).....	36
Figura 10. Características mineralógicas de la granodiorita 8a) plagioclasas (Plg) sericitizada con moscovita, hornblenda (Hbl), biotita (Bt) cloritizada y minerales opacos (Op); nicoles cruzados aumento a 4X muestra IGM-5000 1476. 8b) nicoles cruzados se observa minerales opacos (Op), clorita (Chl), epidota (Ep), hornblenda (Hbl), plagioclasa (Plg) sericitizada, y cuarzo (Qtz). nicoles cruzados aumento a 4X muestra IGM-12206. ....	38
Figura 11. Características mineralógicas de la cuarzo-monzodiorita: plagioclasas (Plg) sericitizada y con moscovita (Ms), biotita (Bt) cloritizada y minerales opacos (Op). Nicoles cruzados aumento a 4X muestra IGM-50001477. ....	39
Figura 12. Características mineralógicas de la tonalita, se observa inclusiones de apatitos en biotita (Bt), cuarzo (Qtz), hornblenda (Hbl) y	



plagioclasa (Plg) alterada a sericita con maclas tipo albita; Nícoles cruzados aumento a 4X muestra IGM-10276..... 40

Figura 13. Características mineralógicas del sieno-granito; se observa feldespato potásico (Fsp), cuarzo (Qtz) y textura gráfica y peritítica; Nícoles cruzados, aumento a 10X muestra IGM-12144. .... 41

Figura 14 Características mineralógicas de la roca granítica rica en cuarzo; plagioclasa (Plg), inclusiones de epidota (Ep) en clorita (Chl) y cuarzo (Qtz); Nícoles cruzados aumento a 4X muestra IGM-12202..... 42

Figura 15. Características mineralógicas del monzogranito; se observa plagioclasa (Plg), clorita (Chl), cuarzo (Qtz) y biotita (Bt); Nícoles cruzados aumento a 4X muestra IGM-50001479..... 44

Figura 16. Características mineralógicas de la cuarzomonzonita; se observa plagioclasa sericitizada (Plg), cuarzo (Qtz), minerales opacos (Op) y feldespato potásico (Fsp) alterándose a caolínita; Nícoles cruzados aumento a 4X muestra IGM-50001482..... 45

Figura 17. Características mineralógicas del sienogranito 17a); nícoles cruzados se observa textura gráfica y macla carlsbad en feldespato potásico (Fsp) y Cuarzo (Qtz); aumento a 4X muestra IGM-50001483 17b) nícoles cruzados se observa feldespato (Fsp con macla tipo carlsbad y textura gráfica, cuarzo (Qtz), moscovita (Ms) y minerales opacos (Op); aumento a 4X muestra IGM-50001493. 17c) aumento a 10X muestra IGM-10225; nícoles cruzados biotita cloritizada (Bt), feldespatos (Fsp) con caolín y plagioclasa (Plg) con sericita; Imagen a 10X muestra IGM-10225. .... 46

Figura 18. Microfotografías: Ilmenita (Ilm) y Magnetita (Mag) mineralizaciones diseminada relleno de espacios intercristalinos; aumento a 10X muestra IGM-50001483..... 47

Figura 19. Características mineralógicas de la Granodiorita 19a) Se observa plagioclasa sericitizada (Plg), hornblenda (Hbl) con maclas polisintéticas y biotita (Bt); Nícoles cruzados aumento a 4X muestra IGM-50001484. 18b) Se observa venas de minerales opacos (Op) que corta el cuarzo (Qtz); Nícoles cruzados aumento a 4X muestra IGM-50001485. 18C) Se observa biotita (Bt), clorita (Chl), cuarzo (Qtz), minerales opacos (Op), plagioclasa (Plg) y feldespato potásico (Fsp); Nícoles cruzados aumento a 4X muestra IGM-50001489..... 48



Figura 20. Características mineralógicas de la dacita, se observa la matriz con fenocristales de clorita (Chl) y cuarzo (Qtz). Cuarzos de bahía; nicoles cruzados aumento a 4X muestra IGM-50001486 ..... 49

Figura 21. Características mineralógicas de la Brecha de cuarzo sericita 21a) Se observa dos tamaños de cuarzo (Qtz) y minerales opacos (Op); Nicoles cruzados aumento a 4X muestra IGM-50001487. 21b) Se observa cuarzo (Qtz). Epidota (Ep), sericita, muscovita (Ms) y minerales opacos (Op); Nicoles cruzados aumento a 10X muestra IGM-50001487. .... 50

Figura 22. Microfotografías: 22a) asociación mineral; texturas de remplazo pirita- tenantita (Py-Tnt) y tenantita-calcosina(Tnt- Cc); aumento a 10X muestra IGM-50001487. 22b) asociación mineral inclusiones de calcopirita-pirita (Ccp en Py); aumento a 10X muestra IGM-50001487. .... 50

Figura 23. Características mineralógicas del granito alcalino feldespático; nicoles cruzados se observa feldespato Potásico (Fsp) y cuarzo (Qtz); aumento a 4X muestra IGM-50001491..... 51

Figura 24. Microfotografías: 24a) hematita (Hem) asociada a bordes de oxidación; aumento a 10X muestra IGM-50001491. 24b) asociación cristales de grano muy fino diseminados; aumento a 10X muestra IGM-50001491. .... 52

Figura 25. Características mineralógicas de la andesita. 23a)Se observa matriz con fenocristales de plagioclasa (Plg) y biotita (Bt); Nicoles cruzados aumento a 4X muestra IGM-50001492. 23b) Matriz de plagioclasa (Plg) alteración de sericita y cuarzo; Nicoles cruzados, aumento a 4X muestra IGM-10301..... 53

Figura 26. Microfotografías: inclusiones euhedrales de magnetita (Mag) con textura de exsolucion con ilmenita (Ilm) en los bordes de los cristales; aumento a 4X muestra IGM-50001492..... 54

Figura 27. Características mineralógicas de la tonalita: 27a) nicoles cruzados se observa exsolución plagioclasa (Plg), con maclas tipo albita, epidota (Ep), biotita (Bt) y cuarzo (Qtz); aumento a 4X muestra IGM-50001494. 27b) nicoles cruzados se observa inclusiones de apatitos (Ap) en la biotita (Bt), inclusiones de epidota en la plagioclasa (Plg), minerales opacos (Op) y hornblenda (Hbl); aumento a 4X muestra IGM-50001495. 27c) nicoles cruzados se observa cuarzo (Qtz), plagioclasa (Plg), minerales opacos (Op), hornblenda (Hbl) y augita (Ax); aumento a 4X muestra IGM-10180. .... 55

Figura 28 Microfotografías de texturas: a) textura poiquiloblastica, b) textura gráfica, textura mirmequítica y textura pertítica, c) textura mirmequítica y textura pertítica. .... 57



## LISTAS DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Clasificación de las muestras estudiadas.	33
Tabla 2. Muestras del Granitoide se Santa Bárbara	37
Tabla 3. Secciones del Granitoide de Paramo Rico	42



## RESUMEN

### TITULO

**PETROGRAFÍA DE LOS GRANITOIDES EN LOS SECTORES DE VETAS, CALIFORNIA Y CHARTA, MACIZO DE SANTANDER\***

### AUTOR

BAEZ VARGAS Blanca Patricia\*\*

### PALABRAS CLAVE

Petrografía, granitoide, minerales, rocas ígneas

### DESCRIPCIÓN

La exploración del suelo y subsuelo de recursos minerales contribuyen al desarrollo económico y social del país, el Macizo de Santander contiene un potencial minero importante y hace necesario que se desarrollen nuevas investigaciones en prospección, exploración y explotación de recursos minerales. Este estudio se enfocó en las rocas ígneas por su relación espacial y/o genética con las mineralizaciones de oro y plata, el objetivo es determinar los tipos composicionales de granitoides que afloran en los sectores de California, Vetos y Charta en el Macizo de Santander, plancha 110 (Pamplona), de coordenadas 1.310.000 N a 1'135.000 E y 1.295.000 N a 1'135.000 E, comprende altitudes desde los 800 msnm hasta los 4.200 msnm. Se elaboró un mapa de ubicación en el programa ARGIS, en este mapa se localizaron las muestras empleadas en el presente estudio y se realizaron los análisis de laboratorio consistente en los estudios petrográficos y mineralógicos de 27 secciones, 22 secciones delgadas y 5 secciones delgadas pulidas, las descripciones se consignaron en el catalogo petrográfico. El análisis modal de las secciones se realizó mediante el método de rejilla con conteo de 300 o 500 puntos, la clasificación composicional de las rocas ígneas usada es la propuesta por Streckeisen (1979), por medio de los resultados se determinó que del total de las secciones, 22 secciones corresponden a rocas ígneas y estas se clasificaron en Granitoides, granodioritas, granitos, tonalitas, cuarzo-mozodioritas, cuarzomonzonitas, dacita y andesita.

---

\* Proyecto de grado

\*\* Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Geología. Director Ph D. Garcia Ramirez Carlos Alberto. Codirectora. Gloria Prieto Rincón



## ABSTRACT

### TITLE

**PETROGRAPHY OF GRANITOIDS IN THE AREAS OF VETAS, CALIFORNIA AND CHARTA, SANTANDER MASSIF\***

### AUTHOR

Blanca Patricia Baez Vargas\*\*

### KEY WORDS

Petrography, granitoid, minerals, igneous rocks

### DESCRIPTION

The surface and subsurface exploration of mineral resources contribute to economic and social development of the country, the Santander Massif contain significant mining potential and a need to develop new research in prospecting, exploration and exploitation of mineral resources. This study focused on igneous rocks by their spatial and/ or genetic with the mineralization of gold and silver, the objective is to determine the compositional types of granitoids that outcrop in the fields of California, Vetas and Charta in the Santander Massif, plate 110 (Pamplona), coordinates 1.310.000 N - 1'135.000 E and 1.295.000 N - 1'135.000 E, includes altitudes from 800 meters above sea level to 4,200 meters above sea level. Prepared a location map in the program ARGIS, in this map are located the samples used in this study and conducted laboratory tests consisting of petrographic and mineralogical studies of 27 sections, 22 thin sections and 5 polished thin section. The descriptions were recorded in the petrographic catalog. The modal analysis of the sections was performed by the method of counting with 300 or 500 points, compositional classification of igneous rocks used is that proposed by Streckeisen (1979), through the results indicate that of all the sections, 22 sections correspond to igneous rocks and these were classified as granitoids, granodiorite, granite, tonalite, quartz-mozodiorite, quartz-monzonite, dacite and andesite.

---

\* Graduation Project

\*\* Universidad Industrial de Santander. Faculty of Physical and Chemical Engineering. Geology School. Director Ph D. Garcia Ramirez Carlos Alberto. Co-director. Gloria Prieto Rincòn



## INTRODUCCIÓN

La exploración del suelo y subsuelo de recursos minerales contribuyen al desarrollo económico y social del país. El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) registró durante el año 2010 un crecimiento de 11,1% del sector minero Colombiano. Este crecimiento está explicado por el incremento en el valor agregado de minerales de uranio y torio en 16,9%; de carbón en 2,2%; de minerales metálicos en 1,8% y de los minerales no metálicos en 1,6%. El aumento en el valor agregado de los minerales metálicos es debido al aumento en la producción de oro en 8,2%, plata 50,0%, platino 50,0% y hierro en 20,0%. Este potencial minero en el país hace necesario que se desarrollen nuevas investigaciones en prospección, exploración y explotación de recursos minerales. Estas investigaciones deben estar apoyadas en diferentes ramas de la geología (petrografía, geoquímica, geofísica, .etc.) que aporten información asertiva y conlleven al aumento de la productividad minera.

El Macizo de Santander se encuentra en la Cordillera Oriental de Colombia, en los departamentos de Santander y Norte de Santander. Este estudio se desarrolló en el área de la plancha 110 – Pamplona – Nomenclatura IGAC - en los municipios de Vetas, California y Charta. El Macizo de Santander es un cuerpo alargado con una dirección NE con quiebre brusco al NW. Está constituido por rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias, con edades que varían desde el Proterozoico hasta el Cenozoico. Este estudio se enfocó en las rocas ígneas por su relación espacial y/o genética con las mineralizaciones de oro y plata.



## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar los tipos composicionales de granitoides que afloran en los sectores de California, Vetas y Charta en el Macizo de Santander.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar las características texturales y composicionales de las rocas ígneas, presentes en la zona de estudio, mediante análisis mineralógico y petrográfico.
- Clasificar las rocas ígneas de acuerdo con Streckeisen y mediante análisis mineralógicos modales

## 2. GENERALIDADES

### 2.1 LOCALIZACIÓN

El área de estudio se encuentra en el macizo de Santander, plancha 110 (Pamplona), de coordenadas 1.310.000 N a 1'135.000 E y 1.295.000 N a 1'135.000 E, comprende los municipios de Vetas, California y Charta (Figura 1).

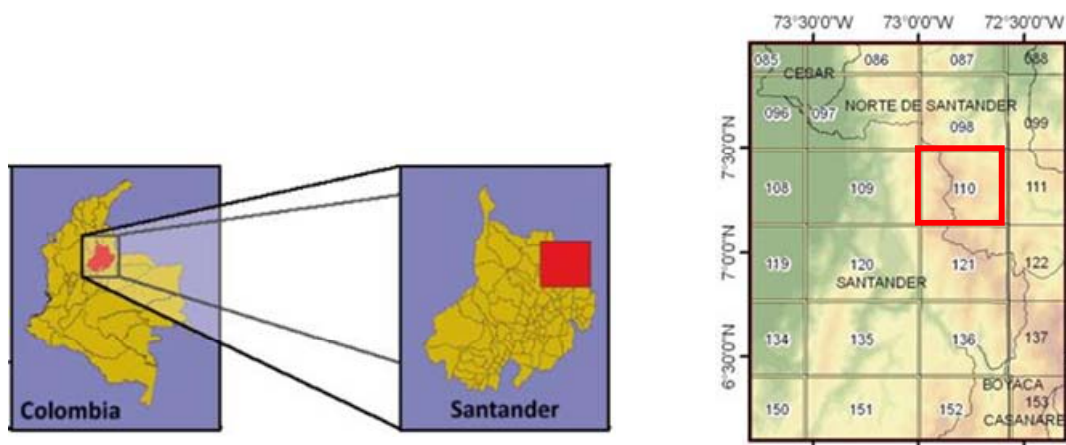


Figura.1 Localización del área de estudio (Imágenes tomadas de Google)

### 2.2 VÍAS DE ACCESO

Partiendo de Bogotá D.C. se toma la vía nacional hacia la ciudad de Bucaramanga pasando por la ciudad de Tunja. La principal vía de acceso a la zona es, saliendo de Bucaramanga hacia el norte, al lugar conocido como La Playa, de este punto se puede dirigir al municipio de Charta, o tomar la vía hacia los municipios de Matanza y Surata hasta el municipio de California y continuar al municipio de Vetas.

En la parte alta de la zona de estudio, las poblaciones están comunicadas por carreteras generalmente sin pavimentar y transitables fácilmente en épocas

secas, la vía California-Vetas se ve constantemente taponada por derrumbes dado lo fuerte de la pendiente de las montañas circundantes, el corregimiento de Berlín se localiza sobre la vía Bucaramanga-Cúcuta y cuenta con acceso más rápido y cómodo por carretera pavimentada (Figura 2).

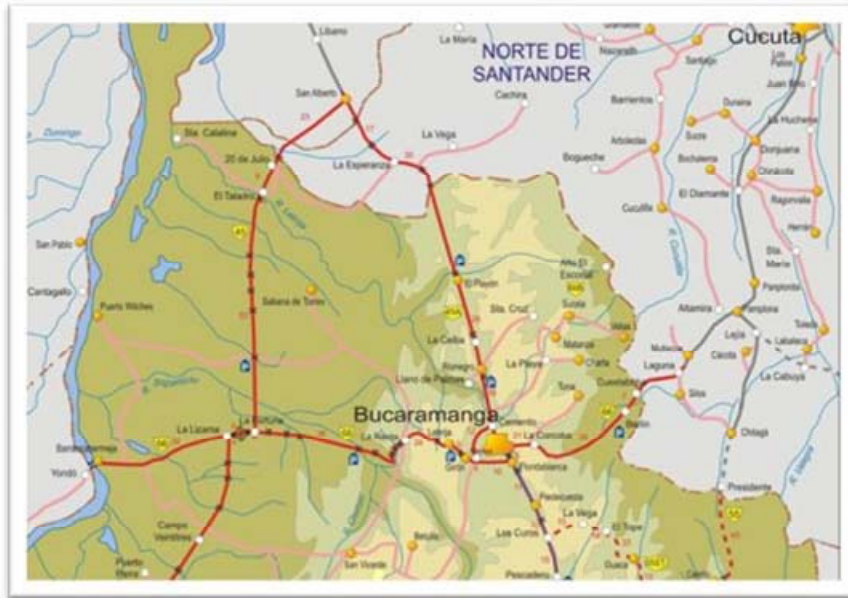


Figura. 2- Vías de acceso (Mapa de carreteras de Santander, INVIAS)

### 2.3 CLIMA

El área del Macizo de Santander comprende altitudes desde los 800 msnm hasta los 4.200 msnm, lo que lo ubica dentro de los pisos térmicos templado, frío, y paramo, en este flanco de la cordillera oriental las temperaturas y precipitación disminuyen considerablemente frente al valle del Magdalena, en las zonas altas las lluvias oscilan entre 1.500 y 2.000 mm/año con temperaturas inferiores a los 7° C en las zonas de paramo. (IGAC, 1996).

## 2.4 HIDROGRAFÍA

La red hidrográfica del Macizo de Santander en los municipios de Vetas, California y Charta, está conformada por numerosos ríos, quebradas y corrientes menores, entre ellos se destacan por su importancia los ríos Vetas y Charta. También diferentes quebradas como Chicagua, La Baja, La Plata, La Botija, El Salado y Pamplona.

## 2.5 FISIOGRAFIA

El Departamento de Santander está representado por dos grandes regiones naturales como son la Cordillera Oriental y el Valle Medio del Magdalena (IGAC, 1992), el área de estudio se encuentra en la Cordillera Oriental, está dominada por un relieve empinado con pendientes bastantes pronunciadas y valles profundos, el drenaje es principalmente paralelo controlado por una intensa actividad estructural. (Figura 3).

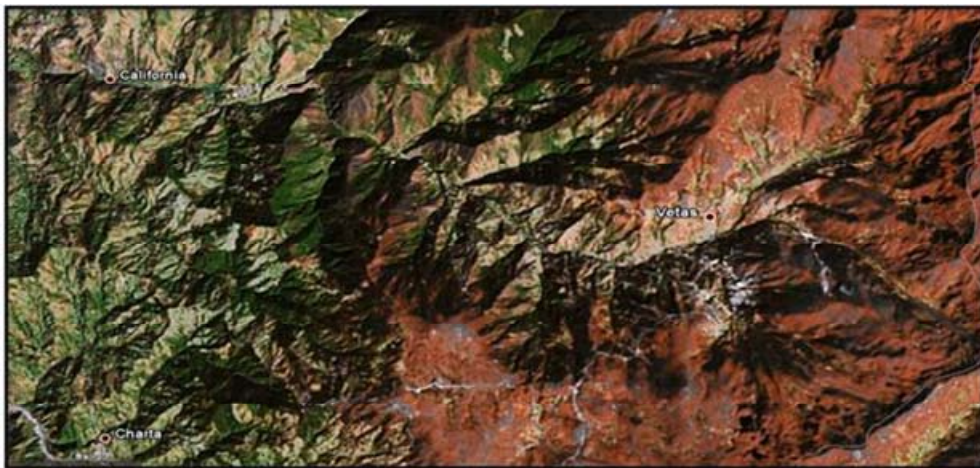


Figura 3. Fisiografía de Vetas, California y Charta. (Imagen tomada de Google Earth.)



### 3. CONTEXTO GEOLÓGICO

Desde el punto de vista del conocimiento de la historia magmática del macizo, es importante resaltar los siguientes aspectos. Estudios geológicos previos, algunos apoyados en dataciones puntuales o en simples observaciones de campo, permiten reconocer mínimamente cinco pulsos magmáticos, descartando aquellos anteriores a los eventos metamórficos regionales, y cuyas litologías metamórficas resultantes, hacen parte actualmente de la composición de las formaciones Neis de Bucaramanga, Silgara y Ortoneis. Según Mantilla, L. (2009). Estos cinco pulsos magmáticos son los siguientes:

1. Un evento magmático relacionado con inyecciones de fundidos graníticos, responsables de la formación de plutones y pegmatitas, como aquellos asociados al Granito de Durania en el sector de Pamplona, al cual se le asigna una edad K-Ar de  $461 \pm 10$  Ma. (Ward *et ál.*, 1973).
2. Un evento magmático granítico, responsable de la formación de la monzonita de Onzagá, con una edad de  $394 \pm 23$  Ma. (Boinet *et al.*, 1985).
3. Un evento magmático entre diorítico a granítico, responsable de la formación de Batolitos y Plutones, tales como los cuerpos ígneos de Páramo Rico, Santa Bárbara, Pescadero, Mogotes, Rionegro, entre otros, agrupados dentro del denominado Grupo Plutónico de Santander (Ward *et ál.*, 1973; Royero&Clavijo, 2001). Las edades Rb-Sr y U-Pb obtenidas para estos cuerpos (Goldsmith *et al.*, 1971, Polania, 1980, Dorr *et al.*, 1995), relacionan estas litologías con un importante evento magmático que tuvo lugar hace unos 210 Ma.



4. Un evento magmático responsable de la formación posiblemente simultánea de diques riolíticos y de diabasas, al parecer del Cretácico Inferior, tomando como referencia algunas dataciones K-Ar en sanidina obtenidas a partir de diques porfiríticos del sector de Ocaña, con edades de  $127 \pm 3$  Ma (Ward *et al.*, 1973).

5. Un evento magmático de posible edad Finicretácico - Eoterciario, con una edad entorno a los  $57 \pm 10$  Ma, según extrapolación de las edades Re-Os obtenidas a partir de concentrados de piritas de filones auríferos del área de California (Mathur *et al.*, 2003).

6. Un último evento magmatico responsable del emplazamiento de cuerpos porfiríticos en la parte central del macizo de Santander con edades ( $8.4 \pm 0.2$  y  $9.0 \pm 0.2$  Ma), obtenidas por datación U-Pb (Mantilla *et al.* 2009).

### 3.1 MARCO TECTÓNICO

El nororiente colombiano de Los Andes es un territorio geológicamente complejo y tectónicamente dinámico; su conformación está relacionada con la interacción de las placas tectónicas Nazca, Caribe y Suramérica. El área de Santander por encontrarse dentro de este dominio, despierta gran interés y genera discusiones sobre su origen y su conformación geológica. Existen interpretaciones relacionadas con la aplicación del concepto de “terrenos geológicos o estratigráfico-tectónicos”, plasmado en el Mapa de Terrenos Geológicos de Colombia (ETAYO, *et al.*, 1983), en donde el territorio del Departamento de Santander forma parte del “supraterreno de la Cordillera Oriental” y a los “terrenos geológicos del Valle Medio del Magdalena (Payandé), Floresta y de Santander”. Estos conceptos no son aplicados en esta memoria; se prefiere



utilizar el término de provincias tectónicas para sustituir el de “terreno geológico” y así obviar confusiones en su interpretación. (Figura 4).

**3.1.1. Provincias tectónicas.** El Departamento de Santander se encuentra localizado en una región tectónica compleja y dinámica, que representa a una zona de influencia entre los límites de las placas tectónicas del Caribe y la Suramericana, conocida como bloque Andes del Norte o bloque Norandino en los trabajos de Kellogg (1984); Case, et al. (1984); Kellogg, et al. (1985); James (1985) y Boinet (1985), entre otros. En el Mapa de Terrenos Geológicos de Colombia (ETAYO, et al., 1983), el Departamento de Santander se encuentra conformado por el “supraterreno cretácico de la Cordillera Oriental” y los “terrenos de Santander, Floresta y del Valle Medio del Magdalena”; sin embargo, en esta memoria se ha utilizado de manera preferencial, el término de provincias para sustituir el de “terrenos estratigráfico-tectónicos” y así obviar grandes confusiones en la aplicación e interpretación del mismo, como se propuso en la parte introductoria del presente capítulo. Para la caracterización tectónica del territorio de Santander se ha subdividido en tres provincias tectónicas como son la del Macizo de Santander, que está conformada por los bloques de Floresta, Cucutilla, Pamplona y de Ocaña; la del Valle Medio del Magdalena, y la de la Cordillera Oriental, de conformidad con el esquema tectónico, presentado por Clavijo, et al. (1993). En la (Figura 4) se muestra el esquema tectónico que ha sido considerado para el Departamento de Santander.

**3.1.2. Provincia Macizo de Santander.** Esta provincia corresponde en buena parte a los macizos de Santander y de Floresta, y ocupan la región oriental estructural del territorio santandereano. La provincia del Macizo de Santander está subdividida en los bloques de Floresta, Cucutilla, Pamplona y Ocaña.

**3.1.3. Bloque de Floresta.** Está caracterizado tectónicamente por fallas inversas y de cabalgamiento e incluye pequeños pliegues de dirección predominante hacia el SWNE. Este bloque se encuentra localizado en el



extremo nororiental del departamento; está constituido principalmente por rocas metamórficas precámbricas y paleozoicas, y rocas ígneas paleozoicas y mesozoicas. El bloque está limitado al oriente por las fallas de Soápaga y Bucaramanga-Santa Marta y al occidente por la Falla de Riachuelo.

**3.1.4. Bloque de Cicutilla.** Este bloque se caracteriza por un sistema de fallamiento en bloques pequeños, separados por fallas inversas con inclinación principalmente hacia el occidente y por anticlinales y sinclinales estrechos truncados por el fallamiento de dirección SE-NW. Se trata de un bloque hundido, ubicado en la región más oriental de Santander; se encuentra conformado por rocas sedimentarias paleozoicas, jurásicas, cretácicas y terciarias. El bloque se presenta limitado al oriente por el sistema de fallas de Chitagá, en territorio de Norte de Santander y al occidente por las fallas de Baraya y Servitá.

**3.1.5. Bloque de Ocaña.** Se caracteriza tectónicamente por presentar un estilo estructural de fallamiento en bloques menores, separados por fallas inversas de dirección predominantemente SW-NE. Se presenta como un bloque levantado, que ocupa el sector nororiental del departamento; está constituido esencialmente por rocas ígneas triásico jurásicas y metamórficas precámbricas y paleozoicas. Este bloque está limitado al occidente por la Falla Bucaramanga-Santa Marta y al suroriente por la Falla de Baraya.

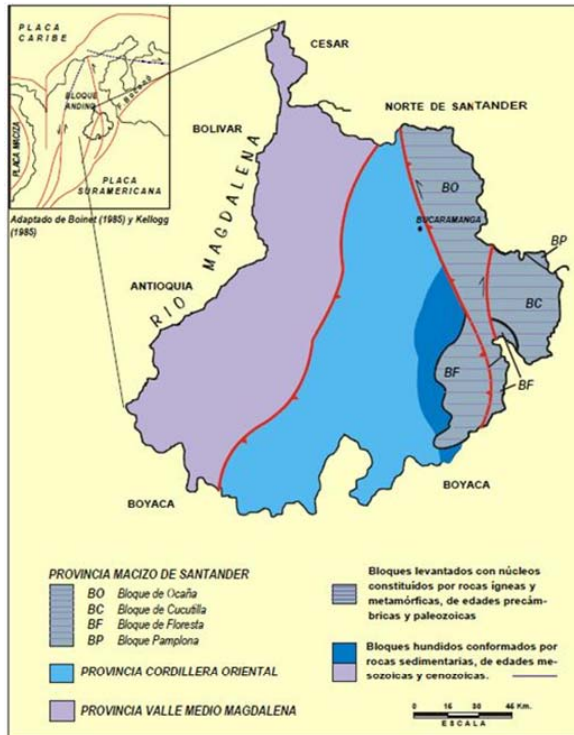


Figura 4. Esquema tectónico del Departamento de Santander. Tomado de Clavijo, et al. (1993).

### 3.2. ESTRATIGRAFÍA

En el Macizo de Santander afloran rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias con edades que varían desde el Proterozoico Superior hasta el Holoceno, las cuales debido a la escala del Mapa Geológico, han sido representadas cartográficamente por unidades cronoestratigráficas que agrupan o incluyen unidades litoestratigráficas bien definidas o en algunos casos unidades informalmente establecidas pero de uso común en la literatura geológica del país (Figura 5).



- **Complejo Bucaramanga**

El nombre original de Neis de Bucaramanga fue utilizado por Goldsmith, et al. (1971) y posteriormente propuesto por Ward, et al. (1973). Esta unidad tiene como localidad tipo el frente montañoso (Cerro La Judía y Morro Negro) al oriente de Bucaramanga. Presenta buenas exposiciones en las carreteras Bucaramanga-Pamplona, Bucaramanga-Matanza y Berlín-Vetas. El Complejo Bucaramanga consta de una secuencia de paraneises cuarzofeldespáticos, hornbléndicos, micáceos y granatíferos y cantidades subordinadas de anfibolitas, migmatitas, cuarcitas, mármoles y esporádicamente granulitas.

Las unidades que suprayacen al Complejo Bucaramanga son del Paleozoico, Jurásico y aún del Cretácico. El contacto de esta unidad con la Formación Silgará que la suprayace en muchos sitios, no se ha podido determinar con exactitud, porque existe mucha similitud litológica entre estas unidades. El Complejo Bucaramanga ha sido intruido por plutones félsicos del Paleozoico y Jurásico (WARD, et al. 1973).

- **Formación Silgará**

Nombre propuesto por Ward, et al. (1973) para referirse a una secuencia de rocas clásticas metamorizadas de estratificación delgada, compuestas por filitas, cuarcitas, esquistos, metareniscas y menores cantidades de pizarra y filita calcárea, cuya sección tipo se localiza en la Quebrada Silgará, afluente del Río Salamanca, al occidente de Cáchira. Las relaciones estratigráficas, las diferencias composicionales y algunos datos estructurales, por lo menos sugieren que la Formación Silgará suprayace al Complejo Bucaramanga e infrayace discordantemente a las formaciones El Tibet y Floresta del Devónico. A la Formación Silgará le han asignado tentativamente una edad del Cámbrico al Ordovícico (WARD, et al. 1973), equivalente en parte al Grupo Quetame



(CAMPBELL, 1965), al Grupo Güejar (TRUMPY, 1943) y posiblemente es comparable con la Serie de Perijá (RADDELLI, 1962; FORERO, 1969, 1970; TSCHANZ, et al., 1969).

- **Jurásico Inferior-Medio (jcs, jcg, jgd)**

Unidad constituida por plutonitas y sedimentitas, datadas del Jurásico Inferior-medio, con buenos afloramientos en diferentes partes del sector centro-oriental del departamento. Esta unidad involucra los cuerpos plutónicos correspondientes al Grupo Plutónico de Santander (WARD, et al., 1973), los cuales son denominados como Granito Rosado (Jgp), Cuarzomonzonita Rosada (Jcs), Cuarzomonzonita Gris (Jcg), Granodiorita y Tonalita (Jgd), Cuarzomonzonita- Granito (Jc). El Jurásico Inferior-Medio (Jim) está representado por sedimentitas que se encuentran agrupadas en las formaciones Montebel, Bocas y Jordán. Presentado por Clavijo, et al. (2001).

- **Cuarzomonzonita Rosada (Jcs)**

Conforma el Batolito de Santa Bárbara que aflora al oriente del departamento, en los sectores de Los Curos, Santa Bárbara, Baraya y en los alrededores de Berlín. La cuarzomonzonita es de color rosado, rosado naranja a gris violáceo, de grano medio a grueso, inequigranular, compuesta por feldespato potásico, plagioclasa, cuarzo y biotita. También se encuentran fenocristales de feldespato potásico (2 cm), plagioclasa, cuarzo y localmente hornblenda. Clavijo, et al. (1993).

- **Cuarzomonzonita Gris (Jcg)**

Se identifica regionalmente como el Plutón de La Corcova, observable sobre las vías Bucaramanga-Pamplona y Los Curos-Guaca; está compuesta de cuarzo,



feldespato potásico, plagioclasa, biotita y moscovita; los accesorios son apatito, óxidos de hierro y zircón; como minerales de alteración contiene clorita, epidota y sericita.

- **Granodiorita-Tonalita (Jgd)**

Estas rocas afloran al nororiente del departamento de Santander y constituyen el Batolito granodiorítico de Rionegro y el Plutón tonalítico de Páramo Rico. La granodiorita del Batolito de Rionegro es de color gris, de grano medio a grueso, subporfirítico, compuesta por andesina, cuarzo, microclina y biotita. La tonalita del Plutón de Páramo Rico es de color gris verdoso, de grano medio, con variaciones locales a granodiorita; está constituida por andesina, cuarzo, hornblenda y feldespato potásico. También existe un pequeño cuerpo de tonalita en el Río Surata al norte de su confluencia con el Río Toná. Clavijo, et al. (1993).

- **Cuarzomonzonita-Granito (Jc)**

Son los tipos de rocas ígneas predominantes en Santander que conforman los grandes batolitos como el de Rionegro y el de Mogotes localizados al nororiente y suroriente del departamento. En estos batolitos las rocas son de composición cuarzomonzonítica principalmente, con variaciones locales a granito y granodiorita. La cuarzomonzonita es rosada, gris clara, biotítica, de grano mediano, equigranular a subporfirítica, compuesta de cuarzo gris, plagioclasa blanca y feldespato potásico en cantidades más o menos iguales. Hacia el sector de Mogotes la cuarzomonzonita es más rosada y menos biotítica; El feldespato potásico es micropertita en vez de microclina y localmente presenta variaciones a granodiorita.

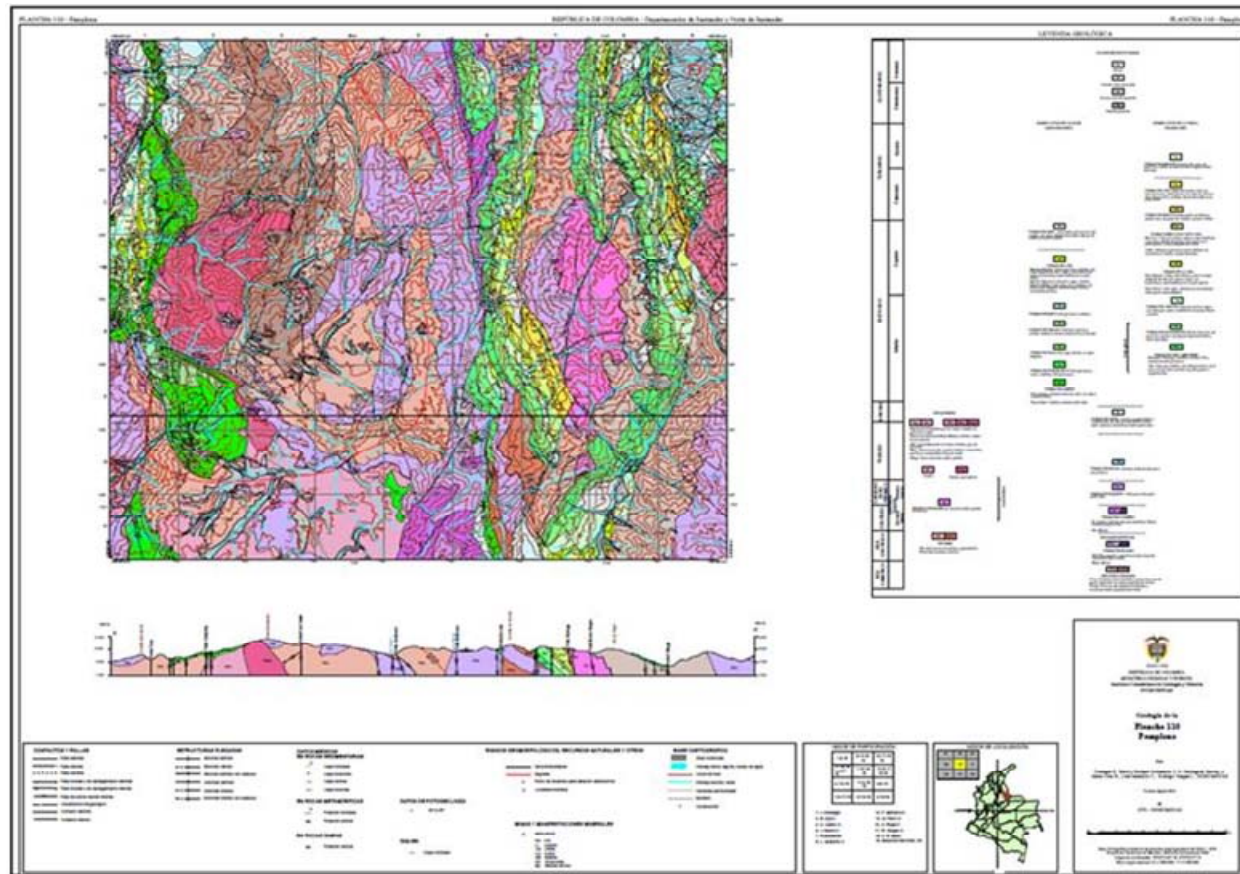


Figura. 5 Mapa geológico de la Plancha 110 Pamplona. (Ward y Goldsmith, 1970)



## 4. METODOLOGÍA

La ejecución de proyecto se desarrolló en cuatro etapas o fases, las cuales se describen a continuación

**Etapa 1:** Recopilación y análisis de la información existente para el área de estudio como: geología de la zona, estudios petrográficos previos de la zona, informes y publicaciones de la zona, con el fin de tener una idea de la geología de la región. Esta etapa se realizó en las bibliotecas del Ingeominas y la UIS, así como en sitios web.

**Etapa 2:** Se elaboró un mapa de ubicación en el programa ARGIS. En este mapa se localizaron las muestras a emplear en el presente estudio.

**Etapa 3:** Durante esta etapa se realizaron los análisis de laboratorio consistente en los estudios petrográficos y mineralógicos de secciones delgadas y delgadas pulidas.

La descripción petrográfica de secciones delgadas, se llevó cabo en el laboratorio de microscopía óptica, en un microscopio de luz transmitida marca NIKON con cámara, contador y pantalla adaptadas (Figura. 6). Las descripciones se consignaron en el catalogo petrográfico. El análisis modal de las secciones delgadas se realizó mediante el método de rejilla con conteo de 300 o 500 puntos. La clasificación composicional de las rocas ígneas usada es la propuesta por Streckeisen (1979).



Figura. 6 Microscopio óptico de luz transmitida y contador de puntos PRIOR.

La descripción de secciones pulidas se realizó en el laboratorio de microscopia óptica, con la ayuda del microscopio de luz reflejada NIKON Optiphot 100s con cámara y pantalla adaptadas.

**Etap 4:** Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.



## 5. ANTECEDENTES

El Macizo de Santander ha sido objeto de algunos estudios geológicos. A continuación se presenta una síntesis de los trabajos enfocados al conocimiento del basamento cristalino, haciendo énfasis en las rocas ígneas.

En el Macizo de Santander, se han realizado estudios en rocas ígneas, los cuales han abordado diferentes tópicos. Los estudios iniciales tenían como propósito la cartografía geológica de sectores del Macizo de Santander. Estos trabajos fueron liderados por el Instituto Nacional de Investigaciones Geológico –Minera de Colombia y el Servicio Geológico de Estados Unidos. Las primeras dataciones K-Ar y Rb-Sr de rocas ígneas (Goldsmith 1971) indican dos eventos magmáticos, el primero durante el Triásico Tardío- Jurásico Temprano, y el segundo durante el Jurásico y Cretácico Temprano. Los cuerpos ígneos como batolitos, plutones y stocks aflorantes en el Macizo de Santander están compuestos de rocas que varían composicionalmente desde diorita hasta granito. Las edades radiométricas reportadas como Jurásico y Jura-Triásico indican que la mayoría probablemente pertenecen a un solo intervalo plutónico (Ward et ál., 1973). Este grupo se encuentra conformado por dos series granito y cuarzomonzonita rosados, y cuarzomonzonita y granodiorita grises; aunque se reporta también la presencia de tonalitas (Ward et ál., 1973; Dörr et ál., 1995).

Los intrusivos de California pueden agruparse en dos unidades petrográficamente diferentes. La unidad más antigua está constituida por una cuarzodiorita con ligeras variaciones a granodiorita y diorita. La unidad más joven comprende granito, cuarzomonzonita y pórfidos de composición



granodiorita, dacita y andesita; se muestra inicios de alteración hidrotermal. Mendoza et al (1979).

Los resultados de dataciones U-Pb en circones de una tonalita y granodiorita de la intrusión de Paramo Rico indican una edad de cristalización de 205-210 Ma. Edades K-Ar en biotita. Se demostró que el Plutón Páramo Rico fue intruido dentro de la corteza continental. Además, los sedimentos epicontinentales y terrestres fueron depositados en la región del Macizo de Santander en los tiempos del Triásico-Jurásico, coetáneo con el Plutón de Páramo Rico. Estas relaciones, junto con los resultados de las investigaciones petrográficas y geoquímicas, dan una clara evidencia de que la configuración geotectónica del Plutón fue un arco continental y no un arco de islas. Dorr et al 1994.

Estudios realizados por Restrepo-Pace et al. (1997) en rocas metamórficas indican una pérdida parcial de argón a 200 Ma, lo que estos autores relacionan con la presencia de un arco plutónico del Triásico-Jurásico a lo largo de la Cordillera Oriental.

En el área de California, Mantilla et al 2009 dataron dos muestras de un cuerpo porfirítico de composición riodacítica, mediante el método U-Pb, usando la técnica LA-MC-ICPMS (siglas en inglés: “*Laser Ablation Multicollector-Inductively-Coupled-Plasma Mass Spectrometer*”). Se obtuvieron edades de  $8.4 \pm 0.2$  y  $9.0 \pm 0.2$  Ma, las cuales indican un magmatismo durante el Mioceno Tardío (Tortoniano), durante la orogenia Andina

## 6. PETROGRAFIA

Se presentan los resultados del análisis petrográfico (Anexo 1) a 22 secciones delgadas de las cuales corresponden a rocas ígneas. La relación de las muestras descritas se presenta en la tabla 1. La ubicación de las secciones delgadas en el mapa de granitoides del Macizo de Santander. (Figura 7). (Anexo 2).

Tabla 1. Clasificación de las muestras estudiadas.

<b>No. IGM</b>	<b>UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>TIPO ROCA</b>	<b>DE CLASIFICACIÓN DE LA ROCA SEGÚN STRECKEISEN, 1979</b>
50001476	Granitoide de Santa Bárbara	Berlín	Ígnea	Granodiorita
50001477	Granitoide de Santa Bárbara	Berlín	Ígnea	Cuarzo Monzo-Diorita
50001479	Granitoide de Paramo Rico	California	Ígnea	Monzogranito
50001482	Granitoide de Paramo Rico	Charta	Ígnea	Cuarzo Monzonita
50001483	Granitoide de Paramo Rico	Charta	Ígnea	Sieno-Granito (*)
50001484	Granitoide de Paramo Rico	Charta	Ígnea	Granodiorita
50001485	Granitoide de Paramo Rico	California	Ígnea	Granodiorita
50001486	Granitoide de Paramo Rico	California	Ígnea	Dacita
50001487	Granitoide de Paramo Rico	California	Ígnea	Brecha de Cuarzo Sericita (*)
50001489	Granitoide de Paramo Rico	Vetas	Ígnea	Granodiorita
50001491	Granitoide de Paramo Rico	California	Ígnea	Granito Alkalino Feldespatico (*)
50001492	Granitoide de Paramo Rico	Vetas	Ígnea	Andesita (*)
50001493	Granitoide de Paramo Rico	Vetas	Ígnea	Sieno-Granito
50001494	Granitoide de Paramo Rico	Vetas	Ígnea	Tonalita
50001495	Granitoide de Paramo Rico	California	Ígnea	Tonalita
10180	Granitoide de Paramo Rico	Charta	Ígnea	Tonalita
10276	Granitoide de Santa Bárbara	Berlín	Ígnea	Tonalita
10301	Granitoide de Paramo Rico	Vetas	Ígnea	Andesita
10225	Granitoide de Paramo Rico	Charta	Ígnea	Sieno-Granito
12144	Granitoide de Santa Bárbara	Berlín	Ígnea	Sieno-Granito
12202	Granitoide de Santa Bárbara	Berlín	Ígnea	Roca Granítica Rica en Cuarzo
12206	Granitoide de Santa Bárbara	Berlín	Ígnea	Granodiorita

(\*) = Secciones delgadas pulidas con análisis petrográfico de minerales opacos y metálicos

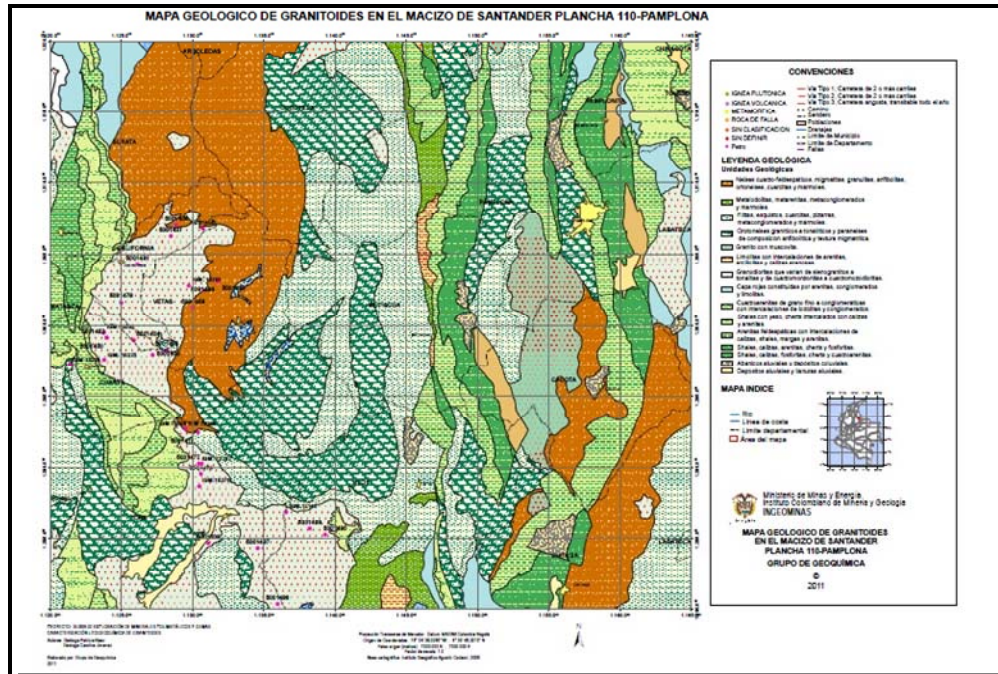


Figura 7. Mapa de la ubicación de las muestras estudiadas en la plancha 110 (Grupo de Geoquímica del Instituto Geológico de Colombia 2011)

### 6.1 CLASIFICACION MODAL DE LAS ROCAS ESTUDIADAS

Las rocas son clasificadas de acuerdo a los resultados obtenidos con el análisis petrográfico (ver Anexo). El análisis modal se llevó a cabo mediante el conteo de puntos. Estos datos se usaron para clasificar las rocas de acuerdo con Streckeisen (1979). Las rocas estudiadas corresponden a granitoides ricos en cuarzo, granitos alcalino-feldespáticos, sieno-granitos, monzo-granitos, granodioritas, tonalita, cuarzo-sienita y cuarzomonzonitas. (Figura 8).

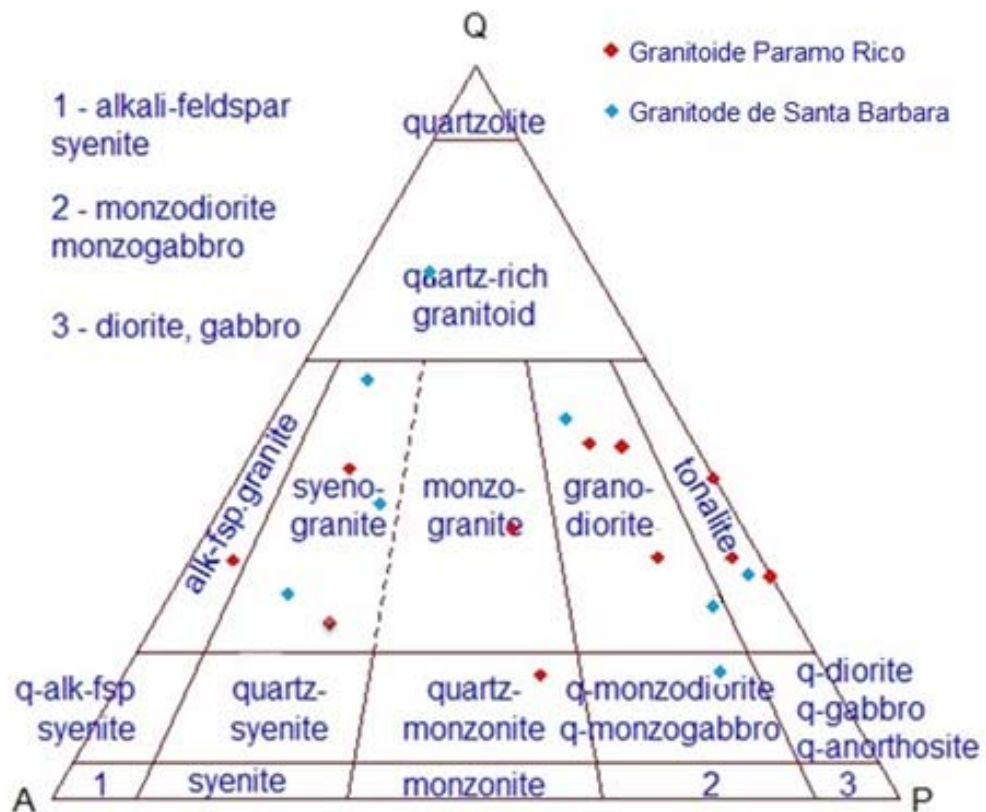


Figura 8 Localización de las muestras estudiadas en el diagrama de Streckeisen (1979).

En la clasificación de rocas ígneas volcánica encontramos dacita y andesita según el diagrama de Streckeisen. (Figura 9).

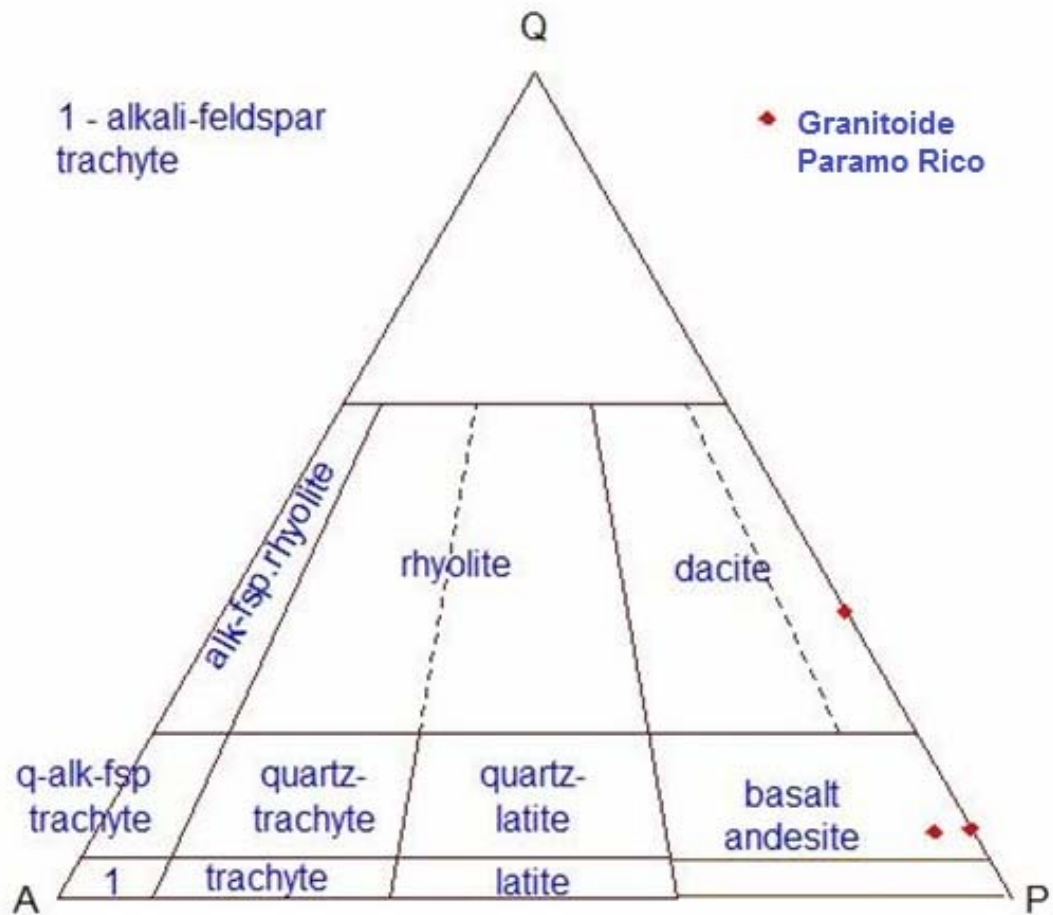


Figura 9 Localización de las muestras estudiadas en el diagrama de Streckeisen (1979).

## 6.2 DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE ROCAS ÍGNEAS

### GRANITOIDE DE SANTA BÁRBARA

Tabla 2. Muestras del Granitoide de Santa Bárbara

<b>Roca</b>	<b>Muestra</b>	<b>Localización</b>
<b>Granodiorita</b>	50001476	Berlín
	12206	
<b>Cuarzomonzodiorita</b>	1477	Berlín
<b>Tonalita</b>	10276	Berlín
<b>Sienogranito</b>	12144	Berlín
<b>Roca Granítica rica en Cuarzo</b>	12202	Berlín

El Granitoide de Santa Bárbara aflora en el Macizo de Santander en los sectores de los Curos, Santa Bárbara, Baraya y Berlín. Este cuerpo plutónico pertenece al grupo Plutónico de Santander denominado Cuarzomonzonita Rosada. De acuerdo con la (Figura 6) se evidencian 5 variedades de rocas ígneas para Santa Bárbara a partir de la petrografía realizada en el cuerpo que son: Granodiorita, cuarzomonzodiorita, Tonalita, Sienogranito y Roca Granítica Rica en Cuarzo.

Las zonas centrales de cuerpo de Santa Bárbara corresponden a las siguientes rocas; Granodiorita, Cuarzomonzodiorita, Tonalita, Sienogranito y Roca Granítica Rica en cuarzo.

Según la descripción petrográfica y la clasificación de Streckeisen (1979) en el Granitoide de Santa Bárbara encontramos los siguientes tipos de roca

- **Granodioritas Muestra ( IGM 50001476 ,12206)**

Corresponden a una roca, holocristalina, inequigranular, con tamaño de grano es variable entre 0.6-1.8 mm. Se observa texturas poiquilitica y mirmequitica (intercrecimientos de cuarzo en forma vermicular en un cristal de plagioclasa). Minerales de alteración como la clorita a partir de biotita, sericita a partir de plagioclasa y clorita a partir de hornblenda.

Composición mineralógica: que oscilan entre 13.3% -43,2% de cuarzo, 29% - 41.3% de plagioclasa, 4.6%- 11% de feldespato potásico, 3%-22% de biotita, 11%-16% de hornblenda, se encuentra en minerales traza como epidotas, apatitos, moscovita y circones. (Figura 10).

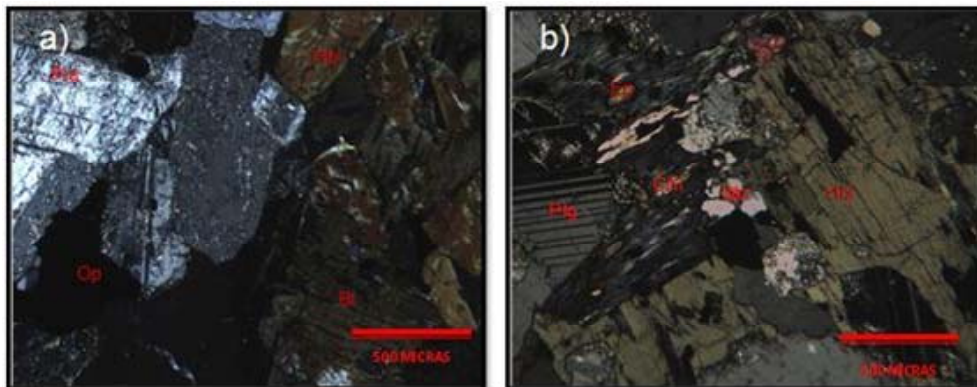


Figura 10. Características mineralógicas de la granodiorita 8a) plagioclasas (Plg) sericitizada con moscovita, hornblenda (Hbl), biotita (Bt) cloritizada y minerales opacos (Op); nicoles cruzados aumento a 4X muestra IGM-50001476. 8b) nicoles cruzados se observa minerales opacos (Op), clorita (Chl), epidota (Ep), hornblenda (Hbl), plagioclasa (Plg) sericitizada, y cuarzo (Qtz). nicoles cruzados aumento a 4X muestra IGM-12206.

- **Cuarzo monzo-diorita (Muestra IGM 50001477)**

Corresponde a una roca holocristalina, inequigranular, con textura poiquilitica y mirmequitas. El tamaño de grano es variable entre 0.4- 1.5 mm. Minerales de alteración como la clorita a partir de biotita y sericita a partir de plagioclasa.

Composición mineralógica: cuarzo 13%, plagioclasa 47.6%, feldespato potásico 9.6%, biotita 26.3%. Minerales traza como moscovita, epidota, circón y apatito. (Figura 11).

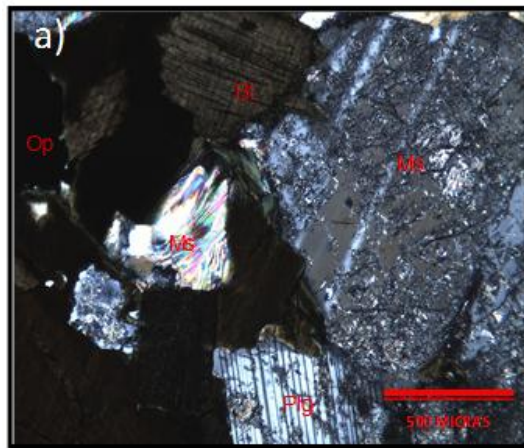


Figura 11. Características mineralógicas de la cuarzo-monzodiorita: plagioclasas (Plg) sericitizada y con moscovita (Ms), biotita (Bt) cloritizada y minerales opacos (Op). Nícoles cruzados aumento a 4X muestra IGM-50001477.

- **Tonalita (Muestra IGM10276)**

Esta roca presenta una textura hipidimorfica, inequigranular, holocristalina el tamaño de grano es variable entre 0.3- 1.4 mm. Se observa flexura en minerales de plagioclasa. Minerales de alteración como la clorita a partir de biotita, sericita a partir de plagioclasa y clorita a partir de hornblenda.

Composición mineralógica: plagioclasa 51.50%, cuarzo 26.50%, feldespato potásico 6.50%, biotita 6.4% y minerales traza como moscovita, turmalina, apatito y circón. (Figura 12).

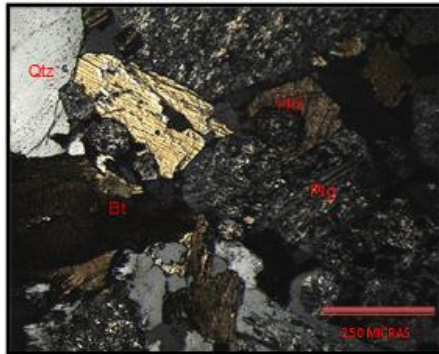


Figura 12. Características mineralógicas de la tonalita, se observa inclusiones de apatitos en biotita (Bt), cuarzo (Qtz), hornblenda (Hbl) y plagioclasa (Plg) alterada a sericita con maclas tipo albita; Nícoles cruzados aumento a 4X muestra IGM-10276.

- **Sienogranito (Muestra IGM 12144)**

Corresponde a una roca, holocristalina, hipidimorfica, inequigranular, el tamaño de grano es variable entre 0.3-1.5 mm. Se observan texturas mirmequitica, pertiticas (cristales de plagioclasa acida dentro de un cristal de feldespato) y gráfica (es un intercrecimiento de cuarzo y feldespato potásico). Se observan bordes de reacción entre la plagioclasa y el feldespato potásico (ortosa). Fracturas intracristalinas en el feldespato potásico (ortosa). Minerales de alteración como la clorita a partir de biotita, sericita a partir de plagioclasa y caolinita a partir de feldespato potásico

Composición mineralógica: cuarzo 53.33%, plagioclasa 8%, feldespato potásico 31.33%, biotita 6.66% y minerales traza como epidota y minerales opacos. (Figura13).

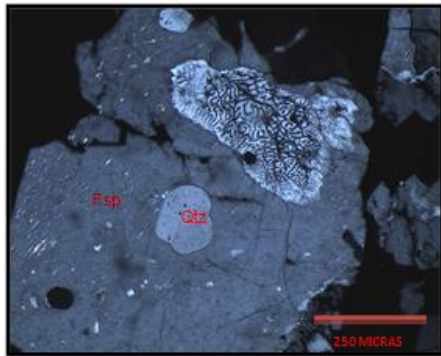


Figura 13. Características mineralógicas del sieno-granito; se observa feldespato potásico (Fsp), cuarzo (Qtz) y textura gráfica y perthítica; Nícoles cruzados, aumento a 10X muestra IGM-12144.

- **Roca granítica rica en cuarzo (Muestra IGM 12202)**

La roca presenta una textura hipidimórfica, inequigranular, es holocristalina. Su alto contenido en cuarzo la clasifica según Streckeisen 1979. Con un tamaño variable entre 0.2-0.5 mm. Minerales de alteración como la clorita a partir de biotita y sericita a partir de plagioclasa.

Composición mineralógica: cuarzo 55.66%, feldespato potásico 16.66%, plagioclasa 7.36%, Moscovita 16.33%, minerales opacos 3.33% y minerales traza como biotita y circón. (Figura14).

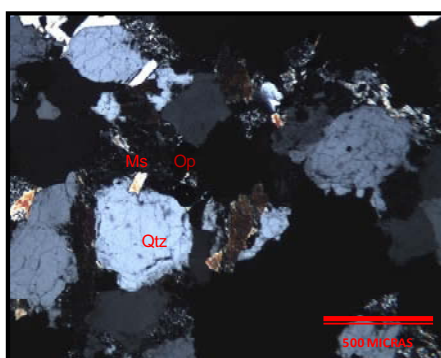


Figura 14 Características mineralógicas de la roca granítica rica en cuarzo; plagioclasa (Plg), inclusiones de epidota (Ep) en clorita (Chl) y cuarzo (Qtz); Nícoles cruzados aumento a 4X muestra IGM-12202.

Según el análisis petrográfico, la Cuarzomonzonita de Santa Bárbara tiene gran variedad de rocas que afloran en los sectores de Berlín, Santa Bárbara y los Curos, las cuales corresponden a: granodioritas, cuarzomonzodioritas, tonalitas, sienogranitos y roca granítica rica en cuarzo donde predominan rocas granodioritas en la zona central del cuerpo de Santa Bárbara. En general las rocas son holocristalinas, inequigranulares, hipidimorfica, están compuestas de cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y biotita. En ellas se observaron texturas mirmequitica, grafica, pertitica y poiquilitica

### GRANITOIDE DE PARAMO RICO

Tabla 3. Secciones del Granitoide de Paramo Rico

<b>Roca</b>	<b>Muestra</b>	<b>Localización</b>
<b>Monzogranito</b>	50001479	California
<b>Cuarzomonzonita</b>	50001482	Charta
<b>Sienogranito</b>	50001483	Charta
	50001493	Vetas
	10225	Charta
<b>Granodiorita</b>	50001484	Charta
	50001485	California
	50001489	Vetas
<b>Dacita</b>	50001486	California
<b>Brecha de cuarzo sericita</b>	50001487	California
<b>Granito</b>	<b>Alkalino</b> 50001491	California
<b>Feldespatico</b>		
<b>Andesita</b>	50001492	Vetas

<b>Roca</b>	<b>Muestra</b>	<b>Localización</b>
<b>Tonalita</b>	10301	Vetas
	50001494	Vetas
	50001495	California
	10180	Charta

Estas rocas afloran al nororiente del Macizo de Santander constituyen el Plutón Tonalítico de Páramo Rico (está constituida por andesina, cuarzo, hornblenda y feldespato potásico) y el Batolito granodiorítico de Rionegro (compuesta por andesina, cuarzo, microclina y biotita) que pertenece al cuerpo denominado Granodiorita- Tonalita. De acuerdo con la (Figura 8 y 9) se evidencian 9 variedades de rocas ígneas para Paramo Rico a partir de la petrografía realizada en el cuerpo son: monzogranito, cuarzomonzonita, sienogranito, granodiorita, dacita, tonalita, andesita, granito alcalino-feldespatico y brecha de cuarzo sericitizada. (Tabla 3).

Hacia la zona central del cuerpo de Paramo Rico se encontraron rocas de tipo monzogranito, granodiorita y granito alcalino feldespatico y hacia la zona periférica del cuerpo del Paramo Rico se encontraron rocas de tipo; cuarzomonzonita, sienogranito, granodiorita, dacita, brecha de cuarzo sericita, andesita y tonalita.

A continuación se describen cada una de las variedades de rocas identificadas:

- **Monzogranito (Muestra IGM 50001479)**

Corresponde a una roca, holocristalina, inequigranular, hipidimorfica, el tamaño de grano es variable entre 0.4-0.9 mm. Minerales de alteración como clorita a partir de biotita, sericita a partir de plagioclasa y caolinita a partir de feldespato potásico

Composición mineralógica: cuarzo 32%, plagioclasa 31.4%, feldespato potásico 23.8%, biotita 11.2%, minerales opacos 1.4% y minerales traza como epidota. (Figura 15).

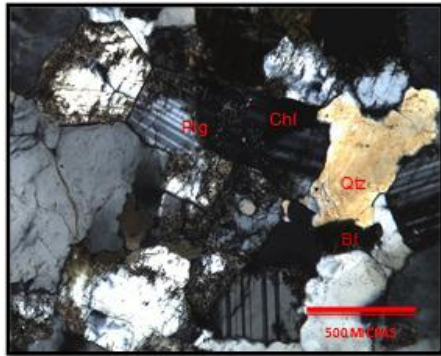


Figura 15. Características mineralógicas del monzogranito; se observa plagioclasa (Plg), clorita (Chl), cuarzo (Qtz) y biotita (Bt); Nícoles cruzados aumento a 4X muestra IGM-50001479.

- **Cuarzo-monzonita (Muestra IGM 50001482)**

La roca es holocristalina, inequigranular, hipidimorfica, el tamaño de grano variable entre 0.8-1.8 mm. Se observa textura poiquilitica y gráfica (intercrecimiento de cuarzo y feldespato potásico). Minerales de alteración como la clorita a partir de biotita, sericita a partir de plagioclasa y caolinita a partir de feldespato potásico

Composición mineralógica: cuarzo 15.66%, plagioclasa 46.33%, feldespato potásico 31.66%, biotita 5% y minerales traza como minerales opacos, moscovita, circón y esfena. (Figura 16).

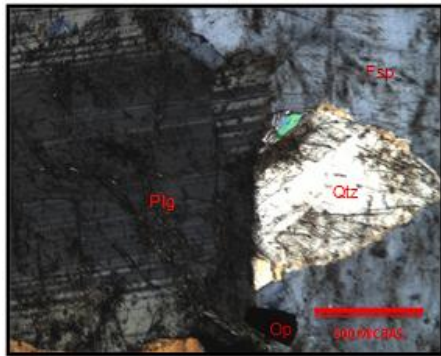


Figura 16. Características mineralógicas de la cuarzomonzonita; se observa plagioclasa sericitizada (Plg), cuarzo (Qtz), minerales opacos (Op) y feldespato potásico (Fsp) alterandose a caolínita; Nícoles cruzados aumento a 4X muestra IGM-50001482.

- **Sienogranito (Muestras IGM 50001483, 50001493, 10225)**

Corresponde a una roca, holocristalina, inequigranular, hipidimorfica el tamaño de grano es variable entre 0.5-2 mm. Se observan texturas poiquilitica, mirmequitica y gráfica (es un intercrecimiento de cuarzo y feldespato potásico). Se observan bordes de reacción con el feldespato potásico. Fracturas intracristalinas en el cuarzo. Minerales de alteración como la clorita a partir de biotita, sericita a partir de plagioclasa y caolinita a partir de feldespato potásico

Composición mineralógica: cuarzo 26.33%-39%, plagioclasa 4.6%-31.4%, feldespato potásico 11.33% biotita 56%, moscovita 5.33%, 18.8%, minerales opacos 7,2% y minerales traza como apatito y circón. (Figura 17).

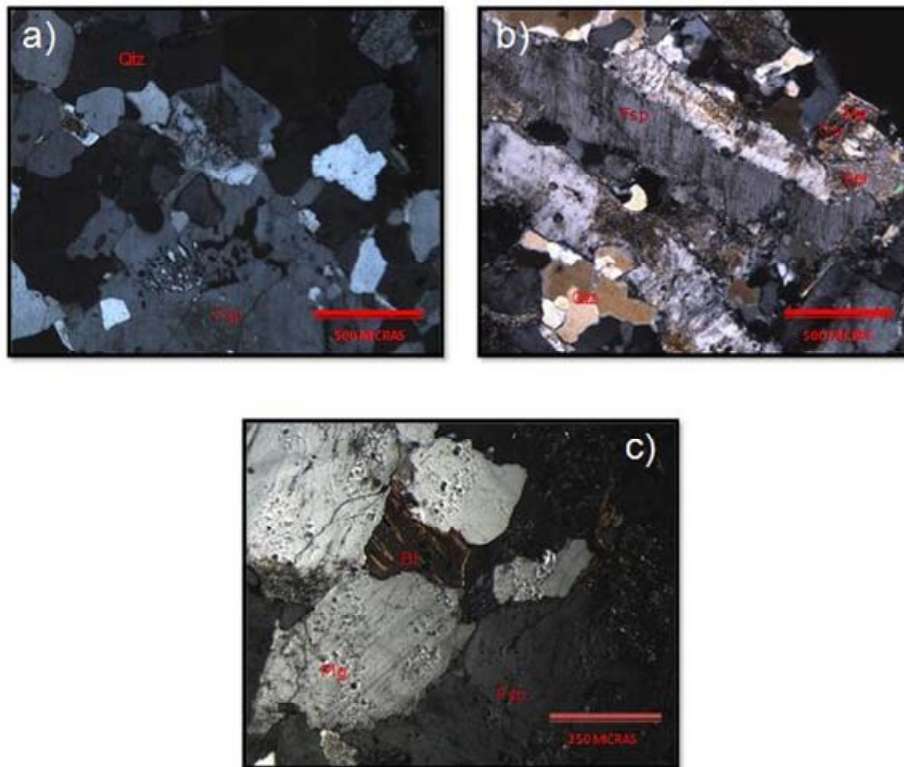


Figura 17. Características mineralógicas del sienogranito 17a); nicoles cruzados se observa textura gráfica y macla carlsbad en feldespato potásico (Fsp) y Cuarzo (Qtz); aumento a 4X muestra IGM-50001483 17b) nicoles cruzados se observa feldespato (Fsp con macla tipo carlsbad y textura gráfica, cuarzo (Qtz), moscovita (Ms) y minerales opacos (Op); aumento a 4X muestra IGM-50001493. 17c) aumento a 10X muestra IGM-10225; nicoles cruzados biotita cloritizada (Bt), feldespatos (Fsp) con caolín y plagioclasa (Plg) con sericita; Imagen a 10X muestra IGM-10225.

En esta roca, se identificaron y caracterizaron los minerales opacos en sección delgada pulida

Observaciones generales: Se encuentra pirita, magnetita e ilmenita. La pirita está diseminada en espacios intercristalinos; mientras que la magnetita e ilmenita generalmente están asociadas a planos de exfoliación de minerales

micáceos o como inclusiones, también se observa exsolución entre las dos fases minerales. (Figura 18).

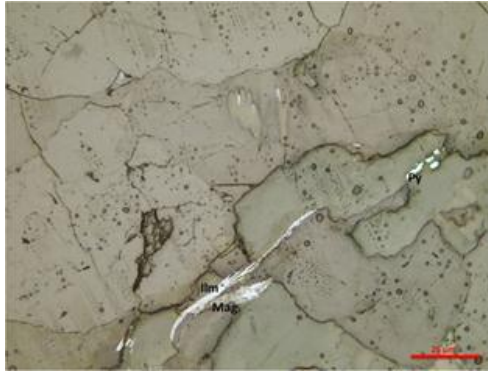


Figura 18. Microfotografías: Ilmenita (Ilm) y Magnetita (Mag) mineralizaciones diseminada relleno de espacios intercristalinos; aumento a 10X muestra IGM-50001483.

- **Granodiorita (Muestras: IGM : 50001484; 50001485, 50001489)**

Corresponden a una roca, holocristalina, inequigranular, hipidimorfica, con tamaño de grano variable entre 0.3-0.6 mm. Se observa textura poiquilitica y mirmequitica. La plagioclasa se observa zonada. Minerales de alteración: Minerales de alteración como la clorita a partir de biotita, sericita a partir de plagioclasa y clorita a partir de hornblenda.

Composición mineralógica: con porcentajes que oscilan entre 13.3% -43,2% de cuarzo, 25.66% -41.3% de plagioclasa, 4.6%- 11.33% de feldespato potásico, 4.66%-13% de Biotita, 11% de Hornblenda, 3.66% de moscovita, 2% minerales opacos y minerales traza como las epidotas. (Figura19).

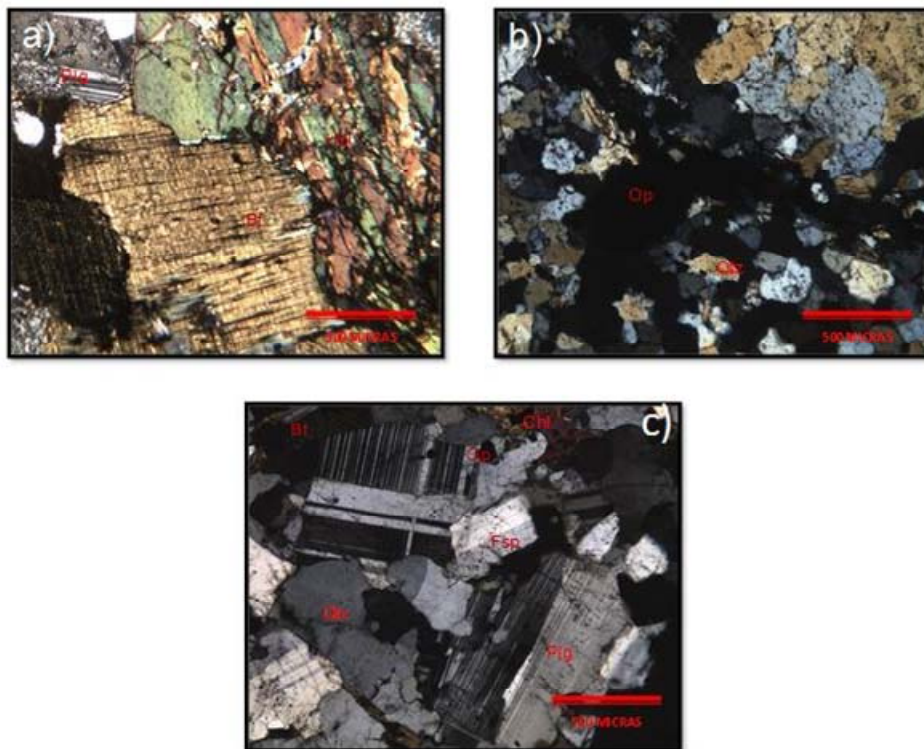


Figura 19. Características mineralógicas de la Granodiorita 19a) Se observa plagioclasa sericitizada (Plg), hornblenda (Hbl) con maclas polisintéticas y biotita (Bt); Nícoles cruzados aumento a 4X muestra IGM-50001484. 18b) Se observa venas de minerales opacos (Op) que corta el cuarzo (Qtz); Nícoles cruzados aumento a 4X muestra IGM-50001485. 18C) Se observa biotita (Bt), clorita (Chl), cuarzo (Qtz), minerales opacos (Op), plagioclasa (Plg) y feldespato potásico (Fsp); Nícoles cruzados aumento a 4X muestra IGM-50001489.

- **Dacita (Muestra IGM; 50001486)**

La roca presenta una textura porfídica, inequigranular bimodal, holocristalina, con tamaño de grano variable entre 0.5 -1 mm. Minerales de alteración como sericita a partir de plagioclasa y clorita a partir de hornblenda. Se observa dos tipos de cuarzo, el primero pertenece a la matriz y se encuentra recristalizado y el segundo como fenocristales y se observan cuarzoes de bahía.

Composición mineralógica: cuarzo 8.33%, plagioclasa 23.66%, clorita 13.33%, sericita 6.66%, minerales opacos 4% minerales traza como turmalina y hornblenda, la matriz está compuesta de plagioclasa en gran porcentaje, cuarzo y minerales opacos 43.66%. (Figura 20)

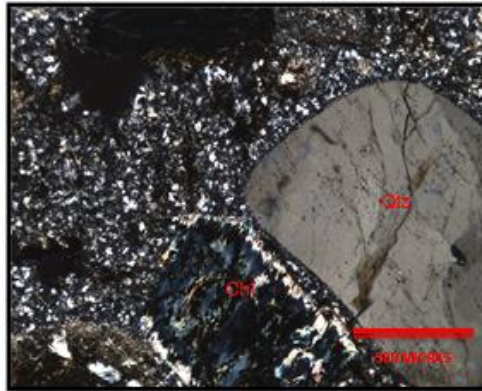


Figura 20. Características mineralógicas de la dacita, se observa la matriz con fenocristales de clorita (Chl) y cuarzo (Qtz). Cuarzos de bahía; nicoles cruzados aumento a 4X muestra IGM-50001486

- **Brecha de cuarzo sericita (Muestra IGM; 50001487)**

Corresponde a una roca rica cuarzo, holocristalina, inequigranular, con altos porcentajes: cuarzo 49.5%, sericita 46.7% y minerales opacos 3.8%, con tamaño de los cristales variable entre 0.1-0.2 mm. (Figura 21)

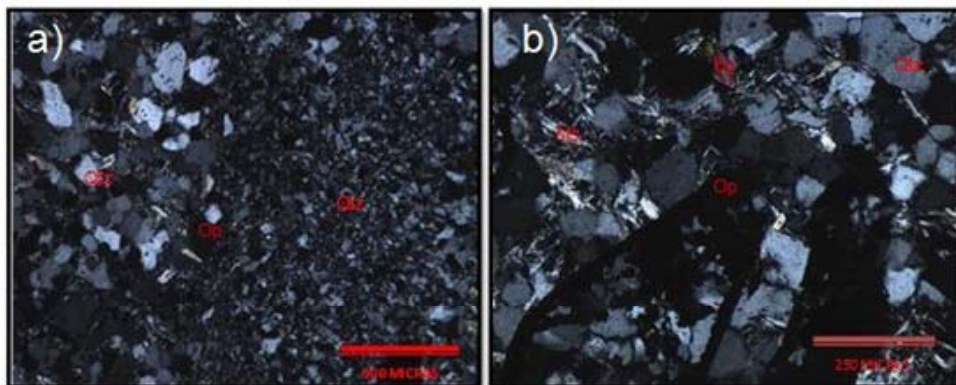


Figura 21. Características mineralógicas de la Brecha de cuarzo sericita 21a) Se observa dos tamaños de cuarzo (Qtz) y minerales opacos (Op); Nícoles cruzados aumento a 4X muestra IGM-50001487. 21b) Se observa cuarzo (Qtz). Epidota (Ep), sericita, muscovita (Ms) y minerales opacos (Op); Nícoles cruzados aumento a 10X muestra IGM-50001487.

A continuación se describen los minerales opacos presentes.

La asociación mineral está formada por pirita, calcopirita, tenantita y calcosina. La pirita se encuentra diseminada, la calcopirita se presenta como inclusiones dentro de la pirita, la tenantita está asociada a reemplazamiento de pirita principalmente aunque también es diseminada y la calcosina se presenta como producto de alteración supergénica de la tenantita. (Figura 22).

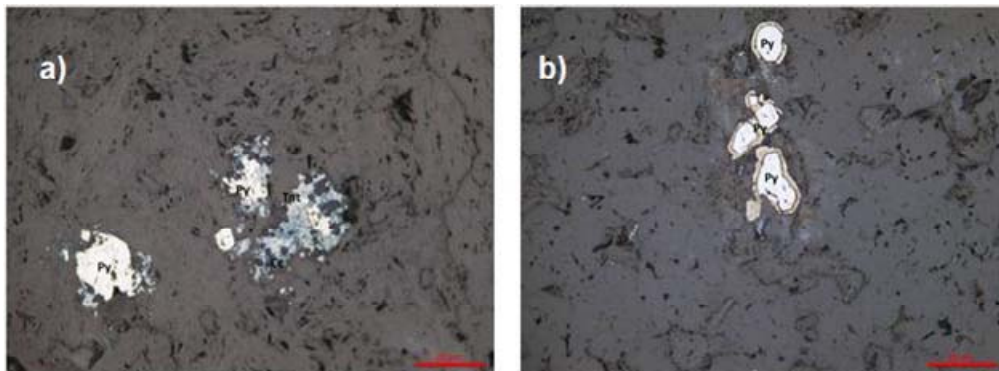


Figura 22. Microfotografías: 22a) asociación mineral; texturas de reemplazo pirita- tenantita (Py-Tnt) y tenantita-calcosina(Tnt- Cc); aumento a 10X muestra IGM-50001487. 22b) asociación mineral inclusiones de calcopirita- pirita (Ccp en Py); aumento a 10X muestra IGM-50001487.

- **Granito alcalino-feldespatico (Muestra IGM; 50001491)**

La roca presenta una textura inequigranular, hipidimorfica, holocristalina. El tamaño del cristal varía entre 0.3-1 mm. Minerales de alteración como sericita a partir de plagioclasa y caolinita a partir de feldespato potásico. Se observa

textura gráfica y poiquilitica, bordes de reacción feldespato potásico con la plagioclasa

Composición mineralógica: cuarzo 29.33%, feldespato potásico 56%, plagioclasa 4.66%, moscovita 9,98%. (Figura 23).

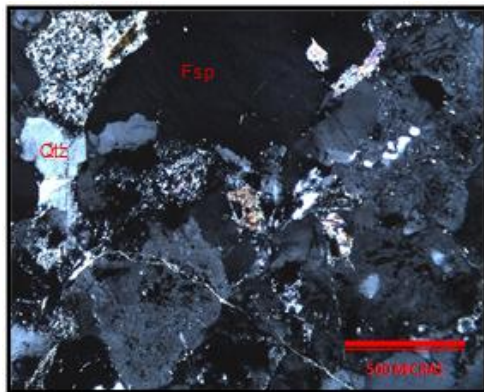


Figura 23. Características mineralógicas del granito alcalino feldespático; nicoles cruzados se observa feldespato Potásico (Fsp) y cuarzo (Qtz); aumento a 4X muestra IGM-50001491.

A continuación se describen los minerales opacos presentes.

Observaciones generales: Se encuentra pirita, calcopirita y hematita. La pirita y la calcopirita están distribuidas en forma diseminada; mientras que la hematita generalmente está asociada a patinas de oxidación de los minerales que forman la roca y se encuentra en los bordes de los cristales. (Figura 24).

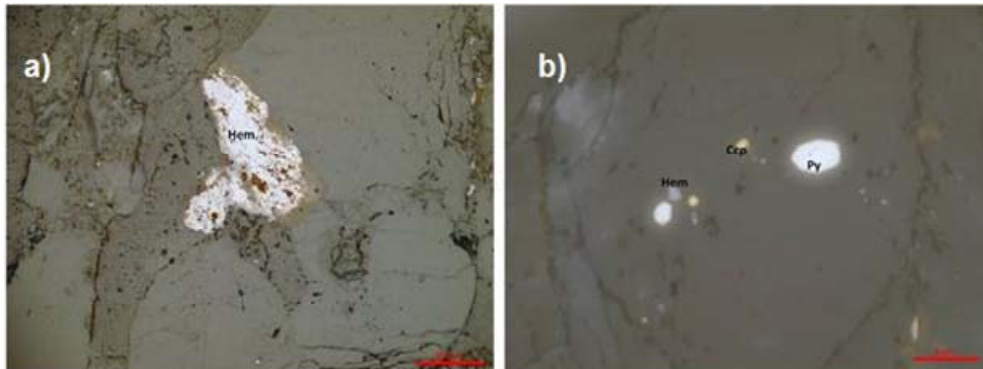


Figura 24. Microfotografías: 24a) hematita (Hem) asociada a bordes de oxidación; aumento a 10X muestra IGM-50001491. 24b) asociación cristales de grano muy fino diseminados; aumento a 10X muestra IGM-50001491.

- **Andesita (Muestras IGM; 50001492, 10301)**

Esta roca presenta una textura porfírica hiatal, la matriz de la roca es granular fina alotriomorfa, holocristalina, con porcentajes que oscilan entre 1%-2% de cuarzo 23%-22%, plagioclasa 1%-3%, carbonato 3%, hornblenda 8.33%-8.5% de biotita y 63.66% de matriz compuesta predominantemente de plagioclasa empolvada por su alteración, con tamaño de grano variable entre 0.5 -1.5 mm. Se observa dos tipos de cuarzo el primero pertenece a la matriz y se encuentra recristalizado y el segundo es un cuarzo de bahía. Minerales de alteración como sericita a partir de plagioclasa y caolinita a partir de feldespato potásico. (Figura 25).

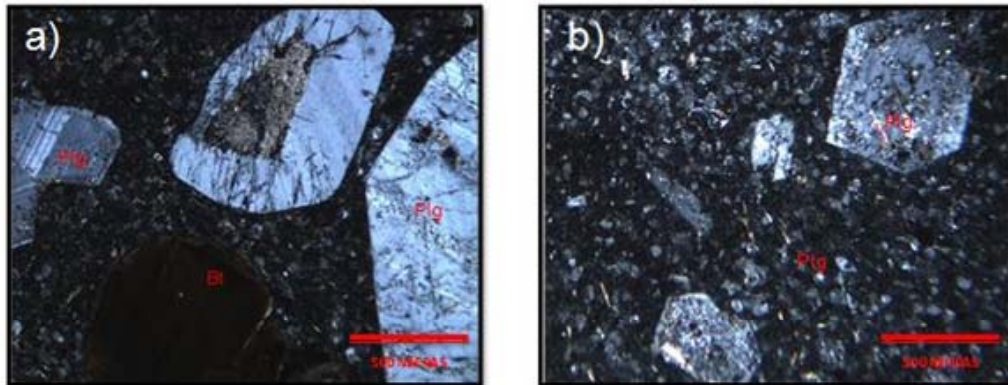


Figura 25. Características mineralógicas de la andesita. 23a) Se observa matriz con fenocristales de plagioclasa (Plg) y biotita (Bt); Nícoles cruzados aumento a 4X muestra IGM-50001492. 23b) Matriz de plagioclasa (Plg) alteración de sericita y cuarzo; Nícoles cruzados, aumento a 4X muestra IGM-10301.

En esta roca IGM-50001492, se identificaron y caracterizaron los minerales opacos en sección delgada pulida

Observaciones generales: Los minerales opacos corresponden a magnetita e ilmenita. La magnetita se encuentra como inclusión euédral dentro de minerales micáceos y la ilmenita está asociada a los bordes de la magnetita como exolución. (Figura 26).

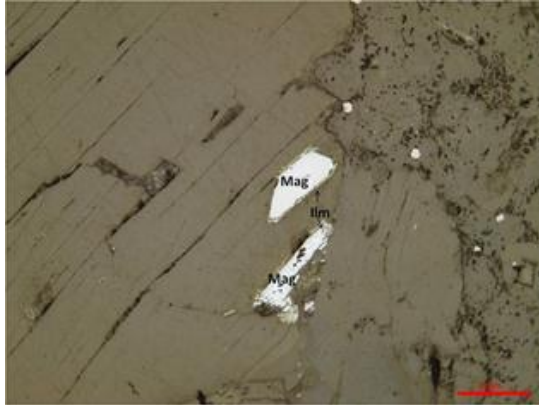


Figura 26. Microfotografías: inclusiones euhedrales de magnetita (Mag) con textura de exsolución con ilmenita (Ilm) en los bordes de los cristales; aumento a 4X muestra IGM-50001492.

- **Tonalita (Muestras IGM; 50001494, 50001495, 10180)**

Corresponde a una roca rica en biotita y hornblenda, holocristalina, inequigranular, con tamaño de grano variable entre 0.1 -1 mm. Se observa textura poiquilitica. Minerales de alteración como la clorita a partir de biotita, clorita a partir de hornblenda, anfíbol a partir de piroxeno, sericita y moscovita a partir de plagioclasa. Se observa flexura en los minerales de plagioclasa.

Composición mineralógica: oscilan entre 17% -26,8% de cuarzo, 34.4% -39% de plagioclasa, 15.2% de biotita, 11.2%-18.6% de hornblenda, 6.6%-17% de epidota, 3.4%- 5.6 % de minerales opacos y minerales traza como apatito y feldespato. (Figura 27)

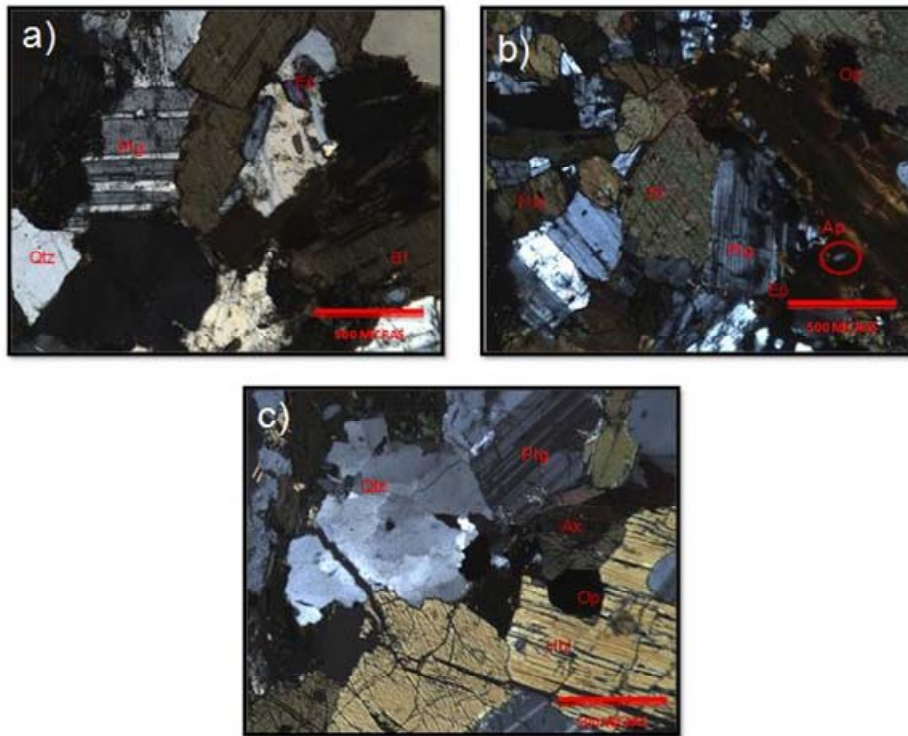


Figura 27. Características mineralógicas de la tonalita: 27a) nicoles cruzados se observa exsolución plagioclasa (Plg), con maclas tipo albita, epidota (Ep), biotita (Bt) y cuarzo (Qtz); aumento a 4X muestra IGM-50001494. 27b) nicoles cruzados se observa inclusiones de apatitos (Ap) en la biotita (Bt), inclusiones de epidota en la plagioclasa (Plg), minerales opacos (Op) y hornblenda (Hbl); aumento a 4X muestra IGM-50001495. 27c) nicoles cruzados se observa cuarzo (Qtz), plagioclasa (Plg), minerales opacos (Op), hornblenda (Hbl) y augita (Ax); aumento a 4X muestra IGM-10180.

En el Granitoide de Paramo Rico, conformado por La Granodiorita- Tonalita de Santander, se observo una gran variedad de rocas ígneas que afloran en los alrededores de Vetas, California y Charta encontrando; monzogranito, cuarzomonzonita, sienogranito, granodiorita, dacita, tonalita, andesita, granito alcalino-feldespatico y brecha de cuarzo sericita, donde predominan rocas sienogranito y granodioritas. En general las rocas son holocristalinas,



inequigranulares, hipidimorfica, están compuestas de cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y biotita. En ellas se observaron texturas de mirmequitica, grafica, pertitica y poiquilitica.

Se realizo un análisis de minerales metálicos y opacos en algunas secciones como la brecha de cuarzo de sericita y se observo la paragénesis de piritita+ calcopiritita+ tenantita + calcosina con texturas específicas de reemplazamiento, que se encuentran asociados a niveles formados por minerales de mena.

### 6.3 ANALISIS TEXTURAL

De acuerdo con el estudio petrográfico, se pudieron reconocer, textura poiquilitica, textura grafica es un intercrecimiento de cuarzo en forma de cordones y feldespato potásico lo cual evidencia proceso de cristalización simultánea de los dos minerales (feldespato potásico y cuarzo), textura mirmequitica entrecrecimiento de cuarzo en forma vermicular en un cristal de plagioclasa, evidencia reacción postmagmatica, textura pertitica cristales de plagioclasa acida dentro de un cristal de feldespato, se evidencia descenso de temperatura, se encuentran la pertitas de grano fino es por proceso de desmezcla y de grano grueso por alteración postmagmatica.(Figura 33).

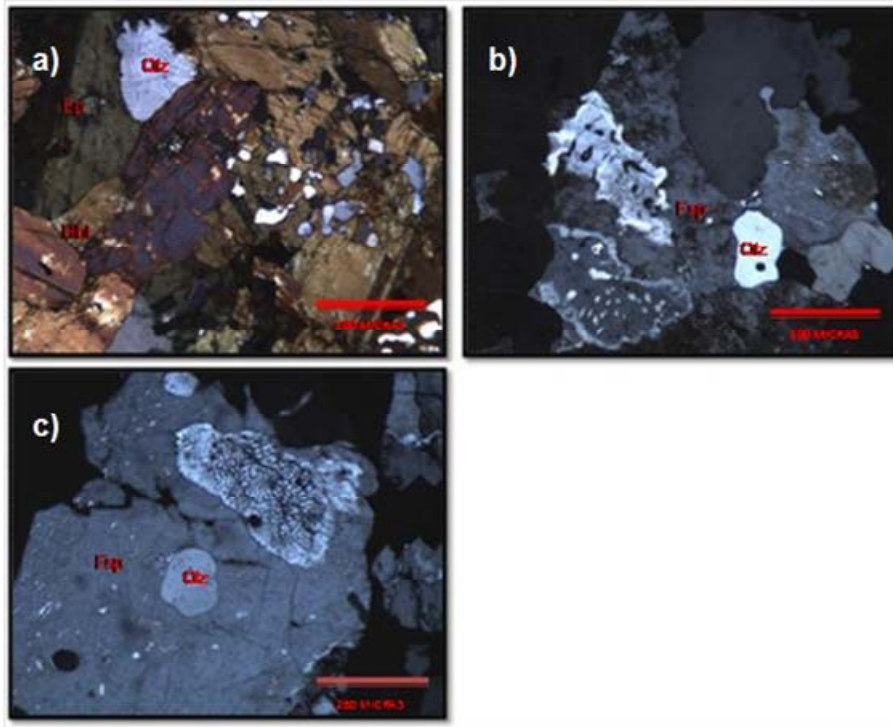


Figura 28 Microfotografías de texturas: a) textura poiquiloblastica, b) textura gráfica, textura mirmequítica y textura pertitica, c) textura mirmequítica y textura pertitica.



## 7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

(Clavijo, et al.) en 1993 definió el Granitoide de Paramo Rico como Granodiorita-Tonalita y el Granitoide de Santa Bárbara como cuarzomonzonita rosada, estos cuerpos fueron objeto de estudio en este trabajo.

Realizada la petrografía a 6 secciones delgadas del Granitoide de Santa Bárbara y basados en la clasificación de Streckeisen se encontró una variedad de rocas ígneas: granodiorita, cuarzomonzodiorita, tonalita, sienogranito y roca granítica rica en cuarzo; son rocas compuestas principalmente por cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y biotita de grano medio a grueso, texturas de mirmequita, poiquilitica, pertitas y grafica. Se evidencia en el estudio realizado que el cuerpo es muy heterogéneo en lo que a mineralógicas se refiere. En el presente estudio no se logro establecer el origen de tal variación. Los minerales de alteración más comunes son clorita a partir de biotita, caolinita a partir de feldespato potásico, sericita a partir de plagioclasa y clorita a partir de hornblenda.

En el Granitoide de Paramo Rico se realizo la petrografía a 12 secciones delgadas y análisis calcográfico o petrografía de opacos a 4 secciones delgadas pulidas. Basados en la clasificación de Streckeisen se encontraron diez variedades de rocas ígneas: monzogranito, cuarzomonzonita, sienogranito, granodiorita, dacita, granito alcalino feldespático, andesita y tonalita. Se observo una mayor presencia de granodioritas y granitos en estas muestras. La dacita y andesita son fases extrusivas que cortan al Granitoide de Paramo Rico, evidenciando un evento magmatico mas joven. Los granitoides estan compuestos principalmente de cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, biotita, moscovita y hornblenda, con texturas mirmequitica, poiquilitica, pertitica,



gráfica y cuarzo en bahía. Las alteraciones corresponden a, clorita a partir de biotita, clorita a partir de hornblenda, sericita a partir de plagioclasa y caolinita a partir de feldespato potásico. Se observó una brecha compuesta de cuarzo y sericita. El análisis metalográfico realizado a esta brecha permitió determinar pirita, calcopirita, tenantina y calcosina, con texturas de reemplazamiento como por ejemplo calcosina reemplazando la tenantina.

Otras texturas observadas son de exsolución, intercrecimientos y coronas de reacción. Estas texturas evidencian procesos de formación similares y reemplazamientos minerales. El origen de estas brechas parece ser hidrotermal, producto de una intensa interacción fluido-roca encajante lo cual dificultó establecer la roca parental.



## 8. CONCLUSIONES

- Las rocas estudiadas se agruparon en dos unidades, Granitoide de Santa Bárbara y Granitoide de Paramo Rico.
- El Granitoide de Santa Bárbara esta conformado por granodioritas, cuarzomonzodioritas, tonalitas, sienogranitos y roca granítica rica en cuarzo, predominando hacia la zona central de este cuerpo, las granodioritas. Las texturas resultantes (poiquilitica, grafica y mirmequitica) evidencian complejos procesos de enfriamiento del magma.
- El Granitoide de Paramo Rico esta constituido por cuarzomonzonita monzogranito, sienogranito, granito alcalino-feldespatico, granodiorita, tonalita con predominio de sienogranito y granodiorita. Este cuerpo es intruido por diques de composición dacitica a andesitica. Hacia la zona central del cuerpo de Paramo Rico se encontraron monzogranito, granodiorita y granito alcalino feldespatico y hacia la zona periférica se dispone cuarzomonzonita, sienogranito, granodiorita, dacita, brecha de cuarzo sericita y tonalita. La texturas de intercrecimiento y exsolución evidencian una historia de enfriamiento muy compleja y la presencia de la brecha, refleja un hidrotermalismo que afecto algunas rocas de este Pluton.
- Las variedades de roca encontrada y la mineralogía presente apuntan a que el magma parental fue de composición granodioritica, el cual fue posiblemente diferenciándose a facies más félsicas.



## 9. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de geoquímica de mayores menores, traza y tierras raras para precisar el tipo de magma parental y su ambiente tectónico de formación.
- Datar las diferentes facies en cada uno de los plutones para identificar posibles pulsos.



## BIBLIOGRAFÍA

Dorr, W. 1994. Zircon U-Pb age of the Paramo Rico tonalite-granodiorite Santander Massif (Cordillera Oriental, Colombia) and its geotectonic significance. Consultado el 20 de enero de 2012. Journal of South American Earth Sciences, Vol. 8. No. 2, pp. 187-194

Echeverri, M. 2011. METALOGRAFIA, XXX Curso Latinoamericano de Metalogénia UNESCO- SEG-SGA. Bogotá, 83p

Gillespie, M. y Styles, M. 1999. BGS Rock Classification Scheme Volumen 1, Classification of igneous rocks 2<sup>da</sup> ed. Research report number RR 99-06.

Goldsmith, R.; Marvin, R. & Mehnert, H. (1971): Radiometric Ages in the Santander Massif, Eastern Cordillera, Colombian Andes. US Geological Survey, Professional Paper, (750D): D44-D49. Denver. 16p

Gutiérrez, J, Clavijo, J. 2001. Mapa Generalizado del Departamento de Santander. Escala 1:100.000 Instituto de Investigación e información Geocientífica Colombia, INGEOMINAS.

Kerr, P. 1965. Mineralogía Óptica 3<sup>ra</sup> ed. Mc Graw Hill, Book Company Inc. Madrid España

MacKenzie, W.S., Donaldson, C.H., Guilford, C. 1982. Atlas of Igneous Rocks an their Textures. Longman Group Ltd, Essex.148p



Mackenzie, W, Guilford, C. 1996. Atlas de Petrografía, Minerales Formadores de Rocas en Lámina Delgada. University of Manchester, MASSON S.A.98p.

Mantilla, L. 2009. Geocronología U-Pb de los cuerpos porfíricos del distrito aurífero de Vetas-California (departamento de Santander, Colombia). Boletín de Geología, Volumen 31, numero.1, pp. 31-43

Mantilla, L. 2003. Guía de Laboratorios de Petrología Ígnea. Bucaramanga. 120p

Mendoza H, Jaramillo L. 1979. Geología y Geoquímica del área de California, Santander. Boletín Geológico, Volumen 22, numero 2, pp 3-52.

Nesse, W. 1991. Introduction to Optical Mineralogy 2<sup>da</sup> ed. New York, Oxford. 384p

Paris, G. 1983. Boletín Geológico, Manual de Mineralogía Óptica. Volumen 26 N° 1. Bogotá, 110p.

Restrepo, P. 1997. Geochronology and Nd isotopic data of Grenville-age rocks in the Colombian Andes. new constraints for late Proterozoic-Early Paleozoic paleocontinental reconstructions of the Americas. Earth and Planetary Science Letters 150, 427-441.

Rios, C, Castellanos, O. 2005. Atlas de Minerales Vistos Bajo el Microscopio de Luz Transmitida. Ediciones UIS 120p.

Silvola, J, Schmid, R. 1983. List of Mineral Abbreviations, Web version 01.02.07. Finland y Switzerland, IUGS, pp. 04-14.



Streckeisen, A. 1973. Plutonic Rocks. Clasification and nomenclature recommended by the IUGS subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. Geotimes, Volumen 18, numero 10, pp 26-30.

Ward, E. 1973. Geología de los cuadrángulos H-12 Bucaramanga y H-13 Pamplona, Departamento de Santander. INGEOMINAS. Boletín Geológico 21 (1-3): 1- 132..

Whitney, D. L. & Evans, B. W. (2010): Abbreviations for names of rock-forming minerals. –American Mineralogist. V. 95: 185-187.

## ANEXOS

### Anexo A. Formatos de análisis petrográfico

#### GRANITOIDE DE SANTA BARBARA

##### INFORMACION GENERAL

N° IGM: 50001476

Unidad Litoestratigráfica: Granitoide de Santa Bárbara

Número de campo: 110-III-C-002R

Plancha: 110

Escala: 1100000

Colector: Julián López

Coordenadas X: 1130568

Y: 1289572

Fecha de recolección de la muestra: 09/05/2010

Origen de Coordenadas: BOGOTA

Analizador: Patricia Báez

Fecha del análisis: 09/09/2011

Municipio: Berlín

Número de puntos de conteo: 300

Departamento: Santander

##### DESCRIPCION MACROSCOPICA PETROGRAFICA

Roca holocristalina isótropa, compacta, densidad 2,71 fanerítica equigranular grano medio, color moteado gris medio a gris oscuro constituida por cuarzo, plagioclasa con hornblenda y biotita como máficos caracterizantes. Roca ígnea plutónica de composición tonalítica.



**Figura1.** Foto macroscópica

##### DESCRIPCION MICROSCÓPICA PETROGRAFICA

**Textura:** hipidiomorfica, Inequigranular.

**Otras Textura:** textura poiquiblastica

**Cristalinidad:** Holocristalina

**COMPOSICIÓN MINERALÓGICA EN % ÁREA**

<b>MINERALES PRINCIPALES</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES DE ALTERACIÓN</b>	<b>%</b>
<i>Cuarzo</i>	13.3	<i>Sericita de Pl</i>	
<i>Plagioclasa</i>	41.3	<i>Clorita Bt</i>	
<i>Biotita</i>	22	<i>Clorita Hbl</i>	
<i>Hornblenda</i>	16		

<b>MINERALES ACCESORIOS</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES DE INTRODUCCIÓN</b>	<b>%</b>
<i>Feldespato</i>	4.6		
<i>Minerales opacos</i>	2.6		
<i>Epidotas</i>	Tr		
<i>Apatitos</i>	Tr		
<i>Circones</i>	Tr		

**CLASIFICACION SEGÚN: IGNEA (GRANODIORITA Streckeisen, 1979)****DESCRIPCION MICROSCOPICA PETROGRAFICA DE MINERALES:**

**CUARZO:** cristales anhedrales, relieve bajo, birrefringencia débil, extinción ondulosa, inclusiones de circones, fracturas intra- cristalina, bordes de reacción con biotita y feldespato, figura de interferencia uniáxica positiva, caminos de polvo en los minerales.

**PLAGIOCLASA:** cristales anhedrales y subhedrales, incolora, relieve moderado. Inclusiones de hornblenda, apatitos, minerales opacos. Alteración a



sericita, maclas tipo albita, en los bordes del cristal se observan minerales opacos.

**FELDESPATO:** cristales anhedrales, relieve bajo, alteración a caolín, se observan lamelas de cuarzo y fracturas intra- cristalinas. No se puede observar todas sus propiedades mineralógicas

**BIOTITA:** hábito tabular, color pardo rojizo, birrefringencia fuerte, color de interferencia rojo, exfoliación en una dirección, textura poiquiloblastica, alteración a clorita, pleocroica, exfoliación basal perfecta, inclusiones de epidota, plagioclasa y opacos.

**CLORITA:** color de interferencia azul berlín, pleocroísmo débil, relieve moderado, extinción paralela. Alteración de biotita.

**HORNBLENDA:** hábito prismático, relieve alto, pleocroísmo castaño verdoso, color verde. Se le observa macla simple, una exfoliación en dos direcciones, color de interferencia de segundo orden. Alteración de clorita. Inclusiones de cuarzo y epidota.

**EPIDOTA:** color verde amarillento, se observa como agregados granulares, relieve alto, birrefringencia fuerte, color de interferencia de tercer orden bajo y biáxico negativo.

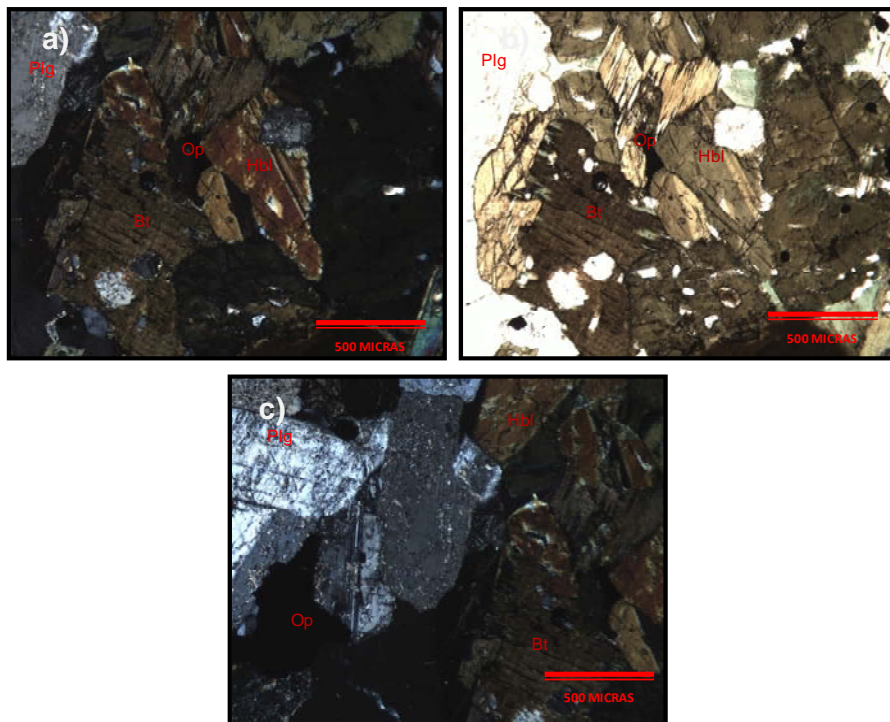
**APATITO:** Accesorio primario en cristales xenomórficos finos incluidos en minerales máficos, ocasionalmente en cristales delgados dispersos.

**CIRCÓN:** Cristales anhedrales finos asociados a biotita, accesorio primario.

**MINERALES OPACOS:** Cristales xenomórficos finos asociados preferencialmente a máficos y como microinclusiones en cuarzo.

**OBSERVACIONES:** el tamaño de los minerales es grano medio.

### **ANEXO FOTOGRAFICO**



**Figura 2.** Características mineralógicas de la granodiorita **2a)** Se observa hornblenda (Hbl), plagioclasa (Plg), minerales opacos (Op), biotita (Bt) con textura poiquilitica y alteración a clorita; Imagen a 4X muestra IGM-50001476, nicoles cruzados. **2b)** Imagen a 4X muestra IGM-50001476; nicoles paralelos de la imagen 2a. **2c)** Se observa plagioclasa (Plg) sericitada, biotita (Bt) cloritizada, hornblenda (Hbl) y minerales opacos (Op); Imagen a 4X muestra IGM-50001476, nicoles cruzados.

**INFORMACION GENERAL**

N° IGM: 12206

Unidad Litoestratigráfica: Granitoide de Santa Bárbara

Número de campo: AC176

Plancha: 110

Escala: 1100000

Colector:

Coordenadas X: 1130435

Y: 1290275

Fecha de recolección de la muestra:

Origen de Coordenadas: BOGOTA

Analizador: Patricia Báez

Fecha del análisis: 06/10/2011

Municipio: Berlín

Número de puntos de conteo: 300

Departamento: Santander

**DESCRIPCION MICROSCÓPICA PETROGRAFICA****Textura:** hipidiomorfica, Inequigranular**Otras Textura:** textura mirmequita**Cristalinidad:** holocristalina**COMPOSICIÓN MINERALOGICA EN % ÁREA**

<b>MINERALES PRINCIPALES</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES ALTERACIÓN</b>	<b>DE</b>	<b>%</b>
<i>Cuarzo</i>	43.2	<i>Sericita de Pl</i>		
<i>Plagioclasa</i>	29	<i>Clorita Bt</i>		
<i>Feldespato K: Ortosa</i>	11			
<i>Hornblenda</i>	11			

<b>MINERALES ACCESORIOS</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES INTRODUCCIÓN</b>	<b>DE</b>	<b>%</b>
<i>Epidota</i>	2.6			
<i>Biotita</i>	3			
<i>Moscovita</i>	0.2			



**CLASIFICACION SEGÚN: IGNEA (GRANODIORTA Streckeisen, 1979)**

**DESCRIPCION MICROSCOPICA PETROGRAFICA DE MINERALES:**

**CUARZO:** cristales anhedral, relieve bajo, birrefringencia débil, extinción normal, inclusiones de biotita, fracturas intra-cristalina, bordes de subgrano, color de interferencia grises, figura de interferencia uniáxica positiva. Inclusiones de feldespato.

**PLAGIOCLASA:** subhedrales, incolora, relieve moderado, maclas albita y combinación de albita y carlsbad, maclas zonadas. Inclusiones de biotita. Flexura en unos minerales, estructuras de mirmequitas. Recristianización de plagioclasas en feldespatos. Alteración a sericita.

**FELDESPATO:** cristales anhedrales, relieve bajo, birrefringencia débil, colores de interferencia gris de primer orden, figura de interferencia biáxica negativa, se observan maclas de carlsbad, alteración a caolín, bordes de reacción con cuarzo. Se observan intercrecimientos de cuarzo en el feldespato.

**HORNBLENDA:** hábito prismático, relieve alto, pleocroísmo castaño verdoso, color verde. Se le observa macla simple, una exfoliación en dos direcciones, color de interferencia de segundo orden. Alteración de clorita.

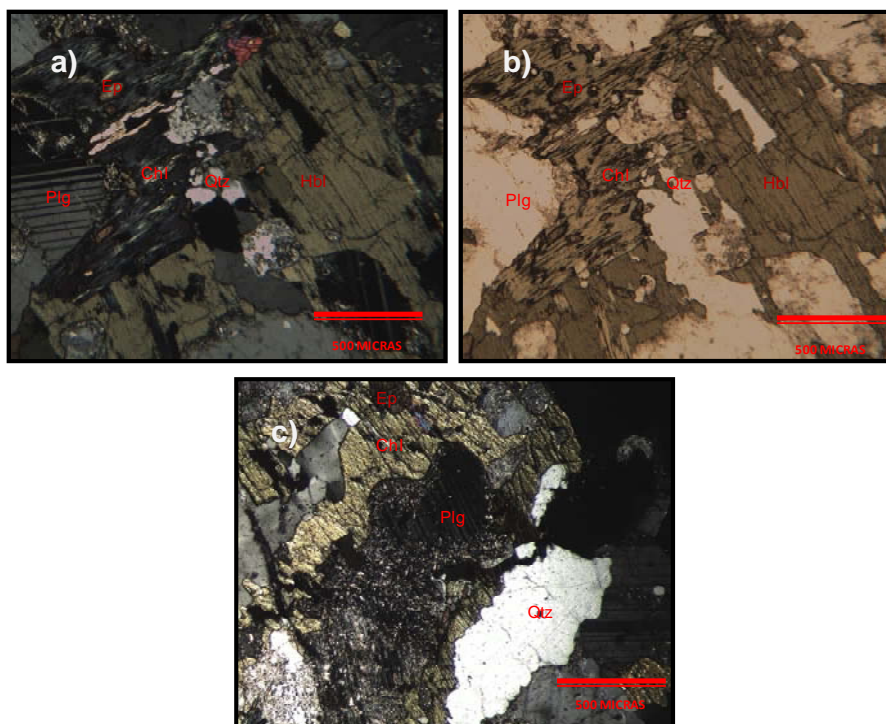
**EPIDOTA:** agregados granulares, relieve alto, birrefringencia fuerte, color de interferencia de segundo orden, color verde amarillento, biáxico negativo.

**BIOTITA:** hábito tabular, color pardo rojizo, birrefringencia fuerte, color de interferencia rojo, exfoliación en una dirección, alteración a clorita, pleocroica, exfoliación basal perfecta. Inclusión de circones

**CLORITA:** color de interferencia azul berlín, pleocroísmo débil, relieve moderado, extinción paralela. Alteración de biotita

**MOSCOVITA:** color verde pálido, cristales tabulares, exfoliación en una dirección, birrefringencia fuerte, colores de interferencia de segundo orden.

### **ANEXO FOTOGRAFICO**



**Figura 3.** Características mineralógicas de la granodiorita. **3a)** Se observa inclusiones de epidota (Ep) en clorita (Chl), plagioclasa (Plg), cuarzo (Qtz) y hornblenda (Hbl); Imagen a 4X muestra IGM-12206; nicoles cruzados. **3b)** Imagen a 4X muestra IGM-12206; nicoles paralelos imagen 3a. **3c)** Se observa plagioclasa (Plg), inclusiones de epidota (Ep) en clorita (Chl) y cuarzo (Qtz); Imagen a 4X muestra IGM-12206; nicoles cruzados.

**INFORMACION GENERAL**

N° IGM: 50001477

Unidad Litoestratigráfica: Granitoide de Santa Bárbara

Número de campo: 110-III-A-003R

Plancha: 110

Escala: 1100000

Colector: Julián López

Coordenadas X: 1130636

Y: 1290331

Fecha de recolección de la muestra: 09/05/2010

Origen de Coordenadas: BOGOTA

Analizador: Patricia Báez

Fecha del análisis: 09/09/2011

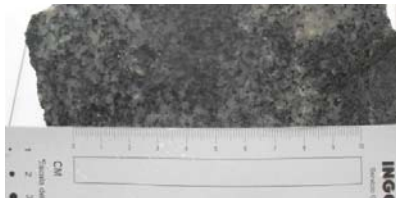
Municipio: Berlín

Número de puntos de conteo: 300

Departamento: Santander

**DESCRIPCION MACROSCOPICA PETROGRAFICA**

Tomada de afloramiento de Tonalita cerca al alto la Calabera carretera Berlín-Vetas



**Figura 4.** foto macroscópica

**DESCRIPCION MICROSCÓPICA PETROGRAFICA**

**Textura:** hipidiomorfa, Inequigranular.

**Otras Textura:** textura poiquiloblastica

**Cristalinidad:** Holocristalina

**COMPOSICIÓN MINERALOGICA EN % ÁREA**

<b>MINERALES PRINCIPALES</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES ALTERACIÓN</b>	<b>DE</b>	<b>%</b>
Cuarzo	13	Sericita de Pl		
Plagioclasa	47.6	Clorita Bt		
Biotita	26.3			
Feldespato	9.6			



<b>MINERALES ACCESORIOS</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES DE INTRODUCCIÓN</b>	<b>%</b>
<i>Moscovita</i>	0.9		
<i>Minerales opacos</i>	2.6		
<i>Epidotas</i>	Tr		
<i>Circones</i>	Tr		
<i>Apatitos</i>	Tr		

**CLASIFICACION SEGÚN: IGNEA (CUARZO MONZO-DIORITA Streckeisen, 1979**

**DESCRIPCION MICROSCOPICA PETROGRAFICA DE MINERALES:**

**CUARZO:** cristales anhedral, relieve bajo, birrefringencia débil, extinción ondulosa, inclusiones de cuarzo, fracturas intra- cristalina, bordes de reacción con plagioclasa, figura de interferencia uniáxica positiva, caminos de polvo en los minerales

**PLAGIOCLASA (OLIGOCLASA):** cristales anhedrales y subhedrales, incolora, relieve moderado y fracturas intra- cristalinas. Textura poiquiloblastica con inclusiones de biotitas, cloritas, minerales opacos. Alteración a sericita y moscovita, maclas tipo albita y carlsbad y albita.

**FELDESPATO:** cristales anhedrales, relieve bajo, alteración a caolín, se observan lamelas de cuarzo y fracturas intra- cristalinas. No se puede observar todas sus propiedades mineralógicas.

**BIOTITA:** hábito tabular, color pardo rojizo, birrefringencia fuerte, color de interferencia rojo, exfoliación en una dirección, alteración a clorita, pleocroica,



exfoliación basal perfecta, inclusiones de plagioclasa, epidota, cuarzo, apatitos y circones.

**CLORITA:** color de interferencia azul berlín, pleocroísmo débil, relieve moderado, extinción paralela. Alteración de biotita

**MOSCOVITA:** color verde pálido, cristales tabulares, birrefringencia fuerte, colores de interferencia de segundo orden.

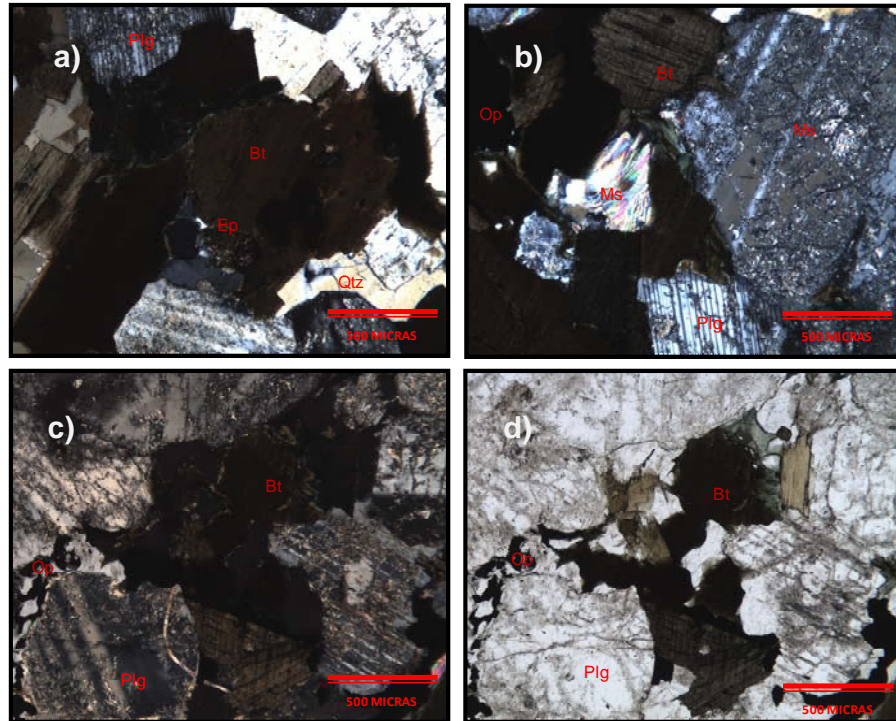
**EPIDOTA:** color verde amarillento, se observa como agregados granulares, relieve alto, birrefringencia fuerte, y biáxico negativo.

**CIRCÓN:** Cristales anhedrales finos asociados a biotita, accesorio primario.

**APATITO:** Accesorio primario en cristales xenomórficos finos incluidos en minerales de biotita, ocasionalmente en cristales delgados – varillas dispersas.

**MINERALES OPACOS:** Cristales xenomórficos finos asociados preferencialmente plagioclasa y biotita.

**ANEXO FOTOGRAFICO**



**Figura 5.** Características mineralógicas de la cuarzomonzodiorita **5a)** Se observa inclusiones de epidota (Ep) en biotita (Bt), plagioclasa (Plg) sericitada y cuarzo (Qtz); Imagen a 4X muestra IGM-50001477; nicoles cruzados. **5b)** plagioclasa (plg) sericitada y con moscovita (Ms), biotita (Bt) cloritizada y minerales opacos (Op); Imagen a 4X muestra IGM-50001477; nicoles cruzados. **5c)** plagioclasa sericitada, biotita cloritizada y minerales opacos (Op); Imagen a 4X muestra IGM-50001477; nicoles cruzados. **5d)** Imagen a 4X muestra IGM-50001477; nicoles paralelos de la imagen 5c.

**INFORMACION GENERAL**

N° IGM: 10276

Número de campo: RV25

Colector:

Fecha de recolección de la muestra:

Unidad Litoestratigráfica: Granitoide de Santa Bárbara

Plancha: 110

Escala: 1100000

Coordenadas X: 1130453

Y: 1288703

Origen de Coordenadas: BOGOTA



Analizador: Patricia Báez

Fecha del análisis: 23/09/2011

Municipio: Berlin

Número de puntos de conteo: 500

Departamento: Santander

**DESCRIPCION MICROSCÓPICA PETROGRAFICA****Textura:** hipidiomorfica, Inequigranular**Otras Textura:****Cristalinidad:** Holocristalina**COMPOSICIÓN MINERALOGICA EN % ÁREA**

<b>MINERALES PRINCIPALES</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES ALTERACIÓN</b>	<b>DE</b>	<b>%</b>
<i>Plagioclasa</i>	51.50	<i>Sericita de Pl</i>		
<i>Cuarzo</i>	21.50	<i>Clorita Bt</i>		
<i>Feldespato K</i>	6.50	<i>Clorita Hbl</i>		
<i>Hornblenda</i>	9.1	<i>Caolín Fsp</i>		
<i>Biotita</i>	6.4			

<b>MINERALES ACCESORIOS</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES INTRODUCCIÓN</b>	<b>DE</b>	<b>%</b>
<i>Moscovita</i>	0.40			
<i>Turmalina</i>	Tr			
<i>Apatitos</i>	Tr			
<i>Circones</i>	Tr			



**CLASIFICACION SEGÚN: IGNEA (TONALITA Streckeisen, 1979)**

**DESCRIPCION MICROSCOPICA PETROGRAFICA DE MINERALES:**

**CUARZO:** Incoloros, cristales anhedral, relieve bajo, birrefringencia débil, extinción ondulosa, inclusiones de biotita, fracturas intra-cristalina, bordes de subgrano, color de interferencia gris, figura de interferencia uniáxica positiva..

**FELDESPATO:** cristales anhedral, relieve bajo, birrefringencia débil, colores de interferencia gris de primer orden, figura de interferencia biáxica negativa, no se observan maclas, alteración a caolín.

**PLAGIOCLASA:** cristales anhedrales y subhedrales, incolora, relieve moderado, maclas de albita y combinación de albita y carlsbad. Inclusiones de biotita. Flexura en unos minerales. Alteración a sericita.

**HORBLENDA:** hábito prismático, relieve alto, pleocroísmo castaño, color marrón. Se le observa macla simple, una exfoliación en dos direcciones, color de interferencia de segundo orden. Alteración de clorita.

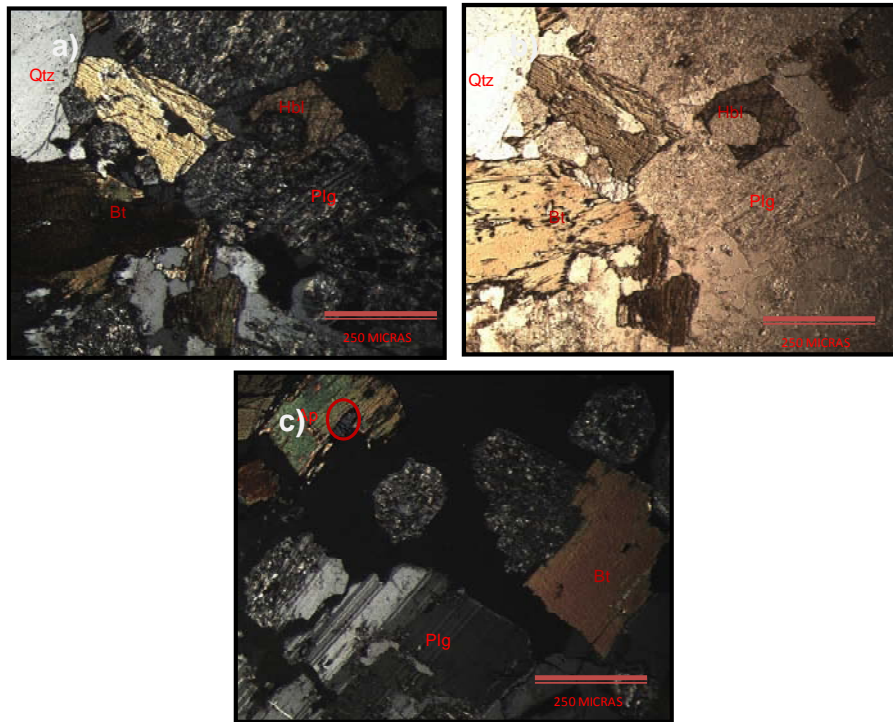
**BIOTITA:** hábito tabular, color pardo rojizo, birrefringencia fuerte, color de interferencia rojo, exfoliación en una dirección, alteración a clorita, pleocroica, exfoliación basal perfecta.

**CLORITA:** color de interferencia azul berlín, pleocroísmo débil, relieve moderado, extinción paralela. Alteración de biotita.

**TURMALINA:** extinción paralela, pleocroica de marrón a rosado, de color verde-marrón, forma romboédrica con bordes irregulares

**APATITOS:** incoloro, cristales hexagonales de alto relieve. No tienen exfoliación.

### **ANEXO FOTOGRAFICO**



**Figura 6.** Características mineralógicas de la tonalita. **6a)** Se observa hornblenda (Hbl), biotita (Bt), cuarzo (Qtz) y plagioclasa (plg) alterada a sericita; Imagen a 4X muestra IGM-10276; nicoles cruzados. **6b)** Imagen a 4X muestra IGM 10276; nicoles paralelos de imagen 6a. **6c)** Se observa inclusiones de apatitos (Ap) en biotita (Bt) y plagioclasa (Plg) alterada a sericita maclas tipo albita; Imagen a 4X muestra IGM-10276; nicoles cruzados.

### **INFORMACION GENERAL**

N° IGM: 12144

Número de campo: EA771

Colector:

Fecha de recolección de la muestra:

Unidad Litoestratigráfica: Granitoide de Santa Bárbara

Plancha: 110

Escala: 1100000

Coordenadas X: 1136627

Y: 1288826

Origen de Coordenadas: BOGOTA



Analizador: Patricia Báez

Fecha del análisis: 05/10/2011

Municipio: Berlín

Número de puntos de conteo: 300

Departamento: Santander

**DESCRIPCION MICROSCÓPICA PETROGRAFICA****Textura:** hipidiomorfica, Inequigranular**Otras Textura:** mirmequitas, grafica y pertitica**Cristalinidad:** Holocristalina**.COMPOSICIÓN MINERALOGICA EN % ÁREA**

<b>MINERALES PRINCIPALES</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES DE ALTERACIÓN</b>	<b>%</b>
Cuarzo	53.33	Caolín Fl	
Plagioclasa	8		
Feldespato K: Ortosa	31.33		
Biotita	6.66		

<b>MINERALES ACCESORIOS</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES DE INTRODUCCIÓN</b>	<b>%</b>
Epidota	0.66		
Minerales opacos	0.2		

**CLASIFICACION SEGÚN: IGNEA (SIENOGANITO Streckeisen, 1979)****DESCRIPCION MICROSCOPICA PETROGRAFICA DE MINERALES:**

**CUARZO:** Incoloros, cristales anhedral, relieve bajo, birrefringencia débil, extinción normal, inclusiones de biotita, color de interferencia gris, figura de



interferencia uniaxial positiva, fracturas intra-cristalinas, recristalización de cuarzo.

**FELDESPATO K:** cristales anhedral y subhedrales, relieve bajo, birrefringencia débil, colores de interferencia gris de primer orden, figura de interferencia biaxial negativa, no se observan maclas, alteración a caolín. Bordes de reacción entre la plagioclasa y el feldespato K. Textura grafica y textura pertitica. Fracturas intra-cristalinas.

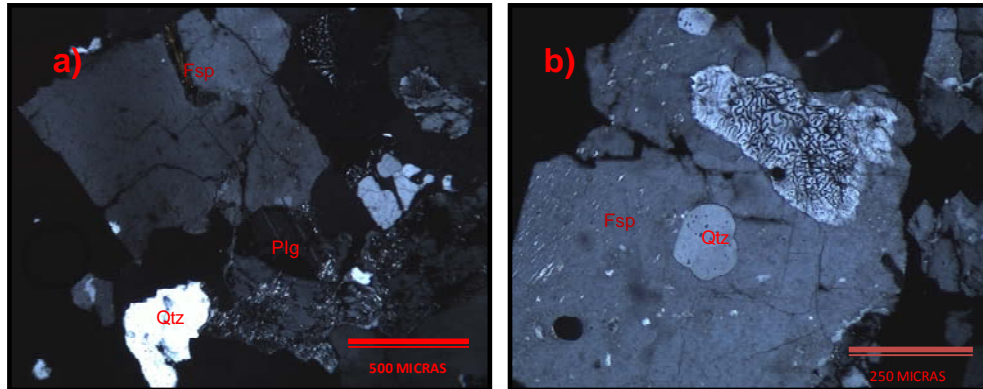
**PLAGIOCLASA:** cristales anhedrales y subhedrales, incolora, relieve moderado, maclas combinación de albita y carlsbad. Alteración a sericita. Bordes de reacción entre la plagioclasa y el feldespato K. Textura mirmequitica.

**BIOTITA:** hábito tabular, color pardo, birrefringencia fuerte, color de interferencia rojo, exfoliación en una dirección, alteración a clorita, pleocroica, exfoliación basal perfecta.

**CLORITA:** color de interferencia azul berlín, pleocroísmo débil, relieve moderado, extinción paralela. Alteración de biotita.

**EPIDOTA:** agregados granulares, relieve alto, birrefringencia fuerte, color de interferencia de segundo orden, color verde amarillento.

## **ANEXO FOTOGRAFICO**



**Figura 7.** Características mineralógicas del sienogranito. **7a)** Se observa plagioclasa (Plg), cuarzo (Qtz) y feldespato (Fsp) potasico; Imagen a 4X muestra IGM-12144; nicoles cruzados. **39b)** se observa textura grafica y pertitas; Imagen a 4X muestra IGM-12144; nicoles cruzados.

### **INFORMACION GENERAL**

N° IGM: 12202

Número de campo: AC159

Colector:

Fecha de recolección de la muestra:

Analizador: Patricia Báez

Fecha del análisis: 06/10/2011

Número de puntos de conteo: 500

Unidad Litoestratigráfica: Granitoide de Santa Bárbara

Plancha: 110

Escala: 1100000

Coordenadas X: 1130435

Y: 1290275

Origen de Coordenadas: BOGOTA

Municipio: Berlín

Departamento: Norte de Santander

### **DESCRIPCION MICROSCÓPICA PETROGRAFICA**

**Textura:** hipidiomorfica, Inequigranular

**Otras Textura:**

**Cristalinidad:** holocristalina

**COMPOSICIÓN MINERALÓGICA EN % ÁREA**

<b>MINERALES PRINCIPALES</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES ALTERACIÓN</b>	<b>DE</b>	<b>%</b>
<i>Cuarzo</i>	61.66	<i>Sericita de Pl</i>		
<i>Plagioclasa</i>	7.36	<i>Clorita Bt</i>		
<i>Feldespato K: Ortosa</i>	16.66			
<i>Moscovita</i>	16.33			

<b>MINERALES ACCESORIOS</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES INTRODUCCIÓN</b>	<b>DE</b>	<b>%</b>
<i>Minerales opacos</i>	3.33			
<i>Biotita</i>	0.33			
<i>Circones</i>	0.33			

**CLASIFICACION SEGÚN: IGNEA (ROCA GRANITICA RICA EN CUARZO**  
**Streckeisen, 1979)**

**DESCRIPCION MICROSCOPICA PETROGRAFICA DE MINERALES:**

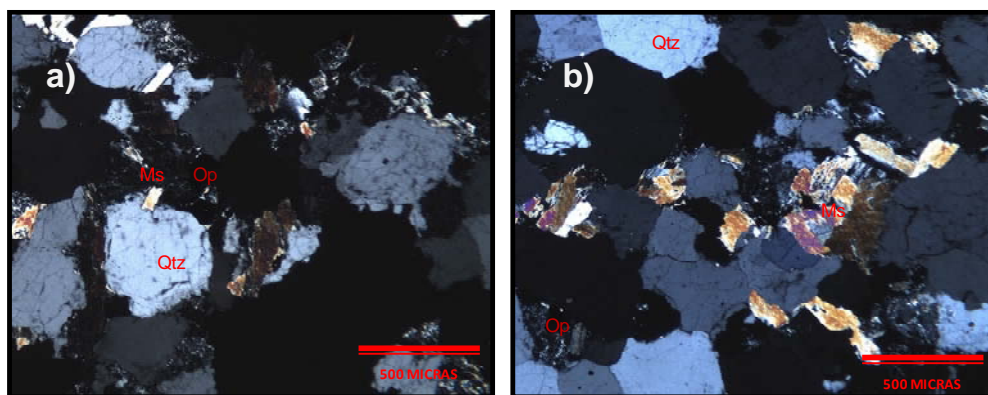
**CUARZO:** incoloros, anhedral, relieve bajo, birrefringencia débil, extinción normal, bordes de subgrano, color de interferencia grises, figura de interferencia uniáxica positiva, caminos de polvo en los minerales. Bordes de reacción con feldespato, inclusiones de biotita.

**FELDESPATO:** cristales anhedrales, relieve bajo, birrefringencia débil, colores de interferencia gris de primer orden, figura de interferencia biáxica negativa, no se observan maclas, alteración a caolín. Fracturas intra- cristalina.

**PLAGIOCLASA:** anhedrales y subhedrales, incolora, relieve moderado, maclas albita. Alteración a sericita.

**MOSCOVITA:** incolora, cristales tabulares, exfoliación en una dirección, birrefringencia fuerte, colores de interferencia de segundo orden.

### **ANEXO FOTOGRAFICO**



**Figura 8.** Características mineralógicas de la roca granítica rica en cuarzo. **8a)** Se observa minerales opacos (Op), moscovita (Ms) y cuarzo (Qtz); Imagen a 4X muestra IGM-12202; nicoles cruzados. **8b)** Se observa moscovita (Ms), minerales opacos (Op) y cuarzo (Qtz); Imagen a 4X muestra IGM-12202; nicoles cruzados.

### **PARAMO RICO**

#### **INFORMACION GENERAL**

N° IGM: 50001479

Número de campo: 110-I-C-006R

Colector: Julián López

Fecha de recolección de la muestra: 10/05/2010

Analizador: Patricia Báez

Unidad Litoestratigráfica: Granitoide de Paramo Rico

Plancha: 110

Escala: 1100000

Coordenadas X: 1124972

Y: 1301635

Origen de Coordenadas: BOGOTA



Fecha del análisis: 12/09/2011

Municipio: California

Número de puntos de conteo: 300

Departamento: Norte de Santander

**DESCRIPCION MACROSCOPICA PETROGRAFICA**

Roca leucocrática de grano medio compuesta de Cuarzo, feldespatos, biotita, anfíboles en menor proporción, y en general de grano medio

**Figura9.** Foto macroscópica**DESCRIPCION MICROSCÓPICA PETROGRAFICA****Textura:** hipidiomorfica, Inequigranular**Otras Textura:****Cristalinidad:** Holocristalina**COMPOSICIÓN MINERALOGICA EN % ÁREA**

<b>MINERALES PRINCIPALES</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES ALTERACIÓN</b>	<b>DE</b>	<b>%</b>
Cuarzo	32.20	Sericita de Pl		
Plagioclasa: Albita	31.40	Clorita Bt		
Feldespato K: Ortosa	23.80	Caolín Fel		
Biotita	11.20			

<b>MINERALES ACCESORIOS</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES INTRODUCCIÓN</b>	<b>DE</b>	<b>%</b>
Minerales opacos	1.40			
Epidotas	Tr			



**CLASIFICACION SEGÚN: IGNEA (MONZOGRANITO Streckeisen, 1979)**

**DESCRIPCION MICROSCOPICA PETROGRAFICA DE MINERALES:**

**CUARZO:** cristales anhedral, relieve bajo, birrefringencia débil, extinción normal, fracturas intra-cristalina, bordes de subgrano, color de interferencia grises, figura de interferencia uniáxica positiva.

**FELDESPATO:** cristales anhedrales, relieve bajo, birrefringencia débil, colores de interferencia gris de primer orden, figura de interferencia biáxica negativa, se observan maclas de tipo carlsbad, alteración a caolín. Se observan intercrecimientos de cuarzo en el feldespato. Inclusiones de biotita y circones.

**PLAGIOCLASA:** anhedrales y subhedrales, incolora, relieve moderado, maclas albita y combinación de albita y periclina. Inclusiones de biotita. Alteración a sericita. Fracturas intra-cristalina.

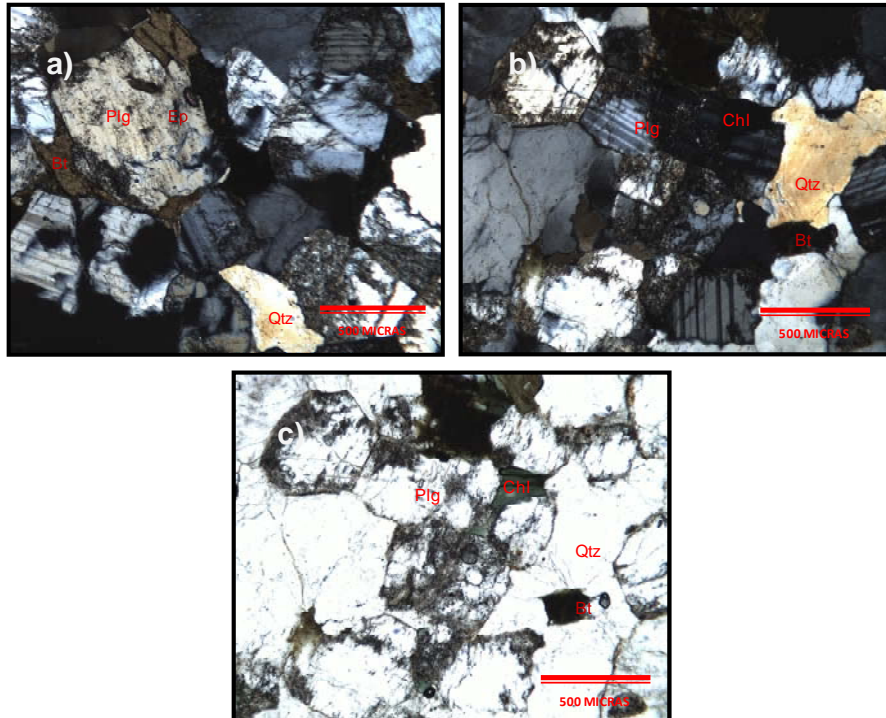
**BIOTITA:** hábito tabular, color pardo rojizo, birrefringencia fuerte, color de interferencia rojo, exfoliación en una dirección, alteración a clorita, pleocroica, exfoliación basal perfecta. Inclusión de circones.

**CLORITA:** color de interferencia azul berlín, pleocroísmo débil, relieve moderado, extinción paralela. Alteración de biotita.

**EPIDOTA:** agregados granulares, relieve alto, birrefringencia fuerte, color verde amarillento, biáxico negativo.

**OBSERVACIONES:** Los cristales se observa con colores anómalos ya que la lámina quedo alta.

**ANEXO FOTOGRAFICO**



**Figura 10.** Características mineralógicas del monzogranito. **10a)** Inclusiones de epidota (Ep) en la plagioclasa (Plg) y se observa biotita (Bt) y cuarzo (Qtz); Imagen a 4X muestra IGM-50001479; nicoles cruzados. **10b)** Se observa plagioclasa (Plg), clorita (Clg), cuarzo (Qtz) y biotita (Bt). Imagen a 4X muestra IGM-50001479; nicoles cruzados **10c)** Imagen a 4X muestra IGM-50001479; nicoles paralelos de la imagen 10b.

**INFORMACION GENERAL**

N° IGM: 50001482

Número de campo: 110-III-A-007Rc

Colector: Julián López

Fecha de recolección de la muestra: 11/05/2010

Analizador: Patricia Báez

Fecha del análisis: 13/09/2011

Número de puntos de conteo: 300

Unidad Litoestratigráfica: Granitoide de Paramo Rico

Plancha: 110

Escala: 1100000

Coordenadas X: 1123977

Y: 1299086

Origen de Coordenadas: BOGOTA

Municipio: Charta

Departamento: Santander

**DESCRIPCION MACROSCOPICA PETROGRAFICA**

Roca ígnea con xenolitos biotíticos



**Figura 11.** Foto macroscópica

**DESCRIPCION MICROSCÓPICA PETROGRAFICA**

**Textura:** hipidiomorfica, Inequigranular.

**Otras Textura:** textura poiquiloblastica

**Cristalinidad:** Holocristalina

**COMPOSICIÓN MINERALOGICA EN % ÁREA**

<b>MINERALES PRINCIPALES</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES ALTERACIÓN</b>	<b>DE %</b>
Cuarzo	15.66	Sericita de Pl	
Plagioclasa	46.33	Caolín Fld	
Feldespato K	31.66	Clorita Bt	
Biotita	5		



<b>MINERALES ACCESORIOS</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES DE INTRODUCCIÓN</b>	<b>%</b>
<i>Minerales opacos</i>	0.66		
<i>Moscovita</i>	Tr		
<i>Circones</i>	Tr		
<i>Esfena</i>	Tr		

**CLASIFICACION SEGÚN: IGNEA (CUARZOMONZONITA Streckeisen, 1979)**

**DESCRIPCION MICROSCOPICA PETROGRAFICA DE MINERALES:**

**CUARZO:** cristales anhedral, relieve bajo, birrefringencia débil, extinción normal, fracturas intra- cristalina, figura de interferencia uniáxica positiva, caminos de polvo en los minerales.

**PLAGIOCLASA:** cristales anhedrales y subhedrales, incolora, relieve moderado y fracturas intra- cristalinas. Inclusiones de cuarzo y circones. Alteración a sericita, maclas tipo albita.

**FELDESPATO:** cristales anhedrales, relieve bajo, alteración a caolín, textura grafica y pertitas. Fracturas intra- cristalinas. No se puede observan todas sus propiedades mineralógicas.

**BIOTITA:** hábito tabular, color pardo, birrefringencia fuerte, alteración a clorita, pleocroica.

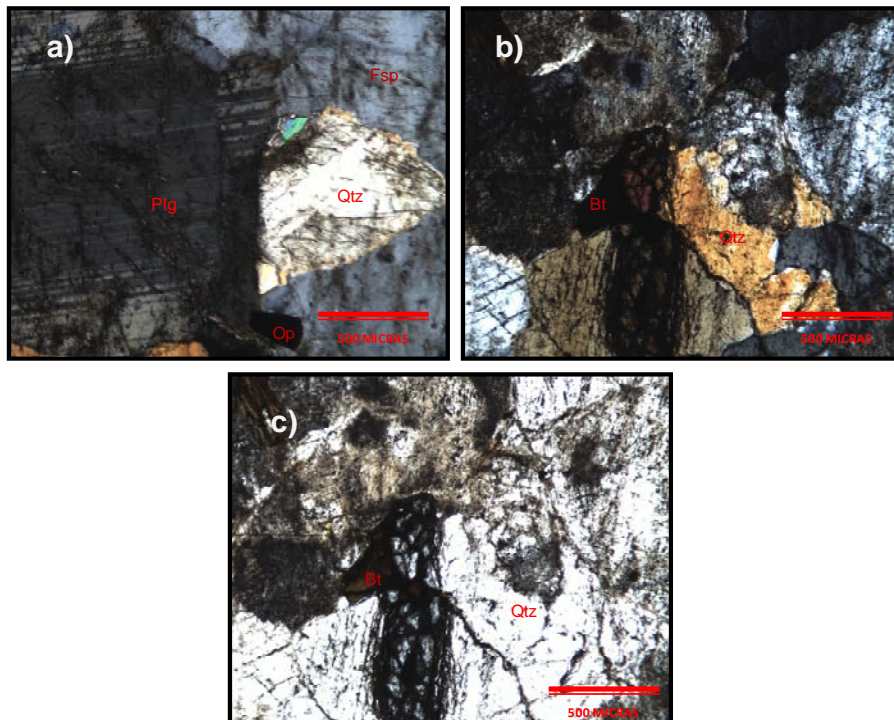
**CLORITA:** color de interferencia azul berlín, pleocroísmo débil, relieve moderado, extinción paralela. Alteración de biotita.

**MOSCOVITA:** color verde pálido, cristales tabulares, birrefringencia fuerte, colores de interferencia de segundo orden.

**CIRCÓN:** Cristales anhedrales finos asociados a biotita, accesorio primario.

**OBSERVACIONES:** La sección se observa alta. La sección tiene fracturas trans- cristalinas.

### **ANEXO FOTOGRAFICO**



**Figura 12.** Características mineralógicas de la cuarzomonzonita. **12a)** Se observa plagioclasa (Plg) sericitada, cuarzo (Qtz) y feldespato (Fsp) potásico alteración a caolín; Imagen a 4X muestra IGM-50001482; nicoles cruzados. **12b)** Se observa biotita (Bt), esfena y cuarzo (Qtz); Imagen a 4X muestra IGM-

50001482; nicoles cruzados. **12c)** Imagen a 4X muestra IGM-50001482; nicoles paralelos de la imagen 12b.

### **INFORMACION GENERAL**

N° IGM: 50001483

Unidad Litoestratigráfica: Granitoide de Paramo Rico

Número de campo: 110-III-A-008Ra

Plancha: 110

Escala: 1100000

Colector: Julián López

Coordenadas X: 1127189

Y: 1297916

Fecha de recolección de la muestra: 11/05/2010

Origen de Coordenadas: BOGOTA

Analizador: Patricia Báez

Fecha del análisis: 14/09/2011

Municipio: Charta

Número de puntos de conteo: 300

Departamento: Santander

### **DESCRIPCION MACROSCOPICA PETROGRAFICA**



**Figura 13.** foto macroscópica

### **DESCRIPCION MICROSCÓPICA PETROGRAFICA**

**Textura:** hipidiomorfica, Inequigranular.

**Otras Textura:** textura poiquiloblastica

**Cristalinidad:** Holocristalina

**COMPOSICIÓN MINERALOGICA EN % ÁREA**

<b>MINERALES PRINCIPALES</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES DE ALTERACIÓN</b>	<b>%</b>
<i>Cuarzo</i>	26.33	<i>Sericita de Pl</i>	
<i>Plagioclasa</i>	13.33	<i>Clorita Bt</i>	
<i>Feldespato K</i>	54.66		
<i>Biotita</i>	5.33		

<b>MINERALES ACCESORIOS</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES DE INTRODUCCIÓN</b>	<b>%</b>
<i>Apatitos</i>	Tr		
<i>Circones</i>	Tr		

**CLASIFICACION SEGÚN: IGNEA (SIENOGRANITO Streckeisen, 1979)****DESCRIPCION MICROSCOPICA PETROGRAFICA DE MINERALES:**

**CUARZO:** cristales anhedral, relieve bajo, birrefringencia débil, extinción ondulosa, inclusiones de cuarzo, fracturas intra- cristalina, bordes de reacción con feldespato K, figura de interferencia uniáxica positiva, caminos de polvo en los minerales.

**PLAGIOCLASA:** cristales anhedrales y subhedrales, incolora, relieve moderado y fracturas intra- cristalinas. Textura mirmequitas, inclusiones de cuarzo. Alteración a sericita, maclas tipo albita. Plagioclasas zonadas, inclusiones de cuarzo.



**FELDESPATO K:** cristales anhedrales, relieve bajo, alteración a caolín, se observan lamelas de cuarzo y fracturas intra- cristalinas. Textura poiquiloblastica inclusiones de cuarzo, plagioclasa, circones, apatitos y clorita y textura grafica. Se observan maclas tipo carlsbad. Fracturas intra- cristalinas contiene óxidos.

**BIOTITA:** hábito tabular, color pardo rojizo, birrefringencia fuerte, color de interferencia rojo, alteración a clorita, pleocroica, inclusiones de minerales opacos.

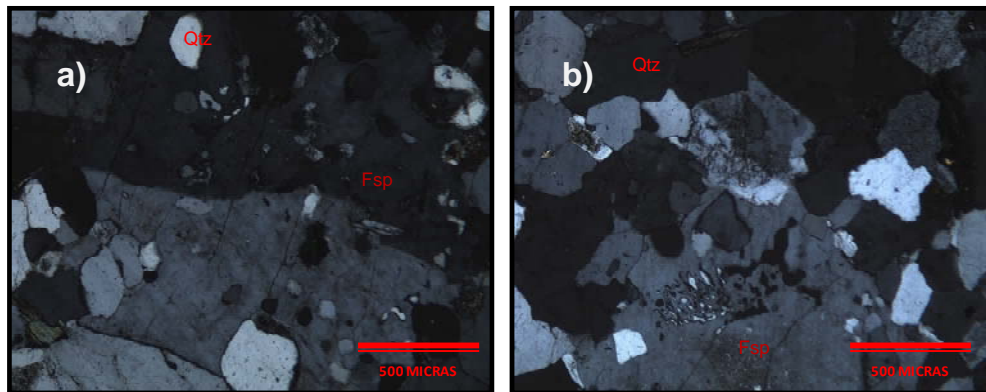
**CLORITA:** color de interferencia verde, pleocroísmo débil, relieve moderado, extinción paralela. Alteración de biotita

**APATITO:** Accesorio primario en cristales xenomórficos finos incluidos en feldespato k, ocasionalmente en cristales delgados – varillas dispersas.

**CIRCÓN:** Cristales anhedrales finos asociados a feldespato k, accesorio primario.

**MINERALES OPACOS:** Cristales xenomórficos finos asociados preferencialmente plagioclasa y biotita.

## ANEXO FOTOGRAFICO



**Figura 14.** Características mineralógicas del sienogranito. **14a)** Se observa textura poiquiloblastica, macla carlsbad en feldespato (Fsp) potásico y cuarzo (Qtz) ; Imagen a 4X muestra IGM-50001483; nicoles cruzados. **14b)** Se observa textura grafica y macla carlsbad en feldespato (Fsp) potásico y cuarzo (Qtz) Imagen a 4X muestra IGM-50001483; nicoles cruzados.

### INFORMACION GENERAL

N° IGM: 50001493

Unidad Litoestratigráfica: Granitoide de Paramo Rico

Número de campo: 110-I-C-022Rb

Plancha: 110

Escala: 1100000

Colector: Julián López

Coordenadas X: 1131780

Y: 1303103

Fecha de recolección de la muestra: 15/05/2010

Origen e Coordenadas: BOGOTA

Analizador: Patricia Báez

Fecha del análisis: 19/09/2011

Municipio: Vetas

Número de puntos de conteo: 500

Departamento: Santander

### DESCRIPCION MACROSCOPICA PETROGRAFICA

Dique aplítico con rumbo NE y buzamiento  
NW



**Figura 15.** Foto macroscópica

**DESCRIPCION MICROSCÓPICA PETROGRAFICA**

**Textura:** hipidiomorfica, Inequigranular

**Otras Textura:**

**Cristalinidad:** Holocristalina

**COMPOSICIÓN MINERALOGICA EN % ÁREA**

<b>MINERALES PRINCIPALES</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES ALTERACIÓN</b>	<b>DE</b>	<b>%</b>
Cuarzo	33.3	Sericita de Pl		
Feldespato K: ortosa	31.3	Caolín de Fel		
Plagioclasa	9.4			
Moscovita	18.8			
Minerales opacos	7.2			

<b>MINERALES ACCESORIOS</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES INTRODUCCIÓN</b>	<b>DE</b>	<b>%</b>
Apatitos	Tr			



## **CLASIFICACION SEGÚN: IGNEA (SIENOGRANITO Streckeisen, 1979)**

### **DESCRIPCION MICROSCOPICA PETROGRAFICA DE MINERALES:**

**CUARZO:** incoloro, cristales anhedral y subhedrales, relieve bajo, birrefringencia débil, extinción ondulosa, bordes de reacción con feldespato K, fracturas intra- cristalinas color de interferencia grises, figura de interferencia uniáxica positiva.

**PLAGIOCLASA:** anhedrales y subhedrales, relieve moderado, se observan maclas tipo albita, alteración a sericita.

**FELDESPATO:** Alteración a caolín, anhedral y subhedrales, bordes irregulares. Se observan maclas de carlsbad. Textura de gráfica. Bordes de reacción con el cuarzo.

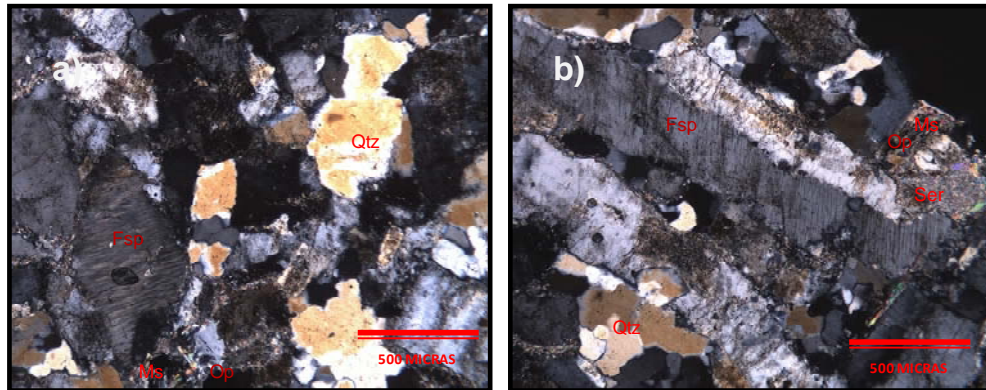
**HORNBLENDA:** hábito prismático, relieve alto, pleocroísmo castaño verdoso, color verde. Se le observa macla simple, una exfoliación en dos direcciones, color de interferencia de segundo orden. Alteración de clorita. Minerales opacos asociados.

**MOSCOVITA:** color verde pálido, cristales tabulares, birrefringencia fuerte, colores de interferencia de segundo orden.

**APATITO:** Accesorio primario en cristales xenomórficos finos, ocasionalmente en cristales delgados – varillas dispersas.

**MINERALES OPACOS:** se encuentran relacionados a la moscovita

## ANEXO FOTOGRAFICO



**Figura 16.** Características mineralógicas del sienogranito. **16a)** Se observa exsolución de cuarzo (Op), moscovita (Ms), minerales opacos (Op) y feldespato (Fsp) alterado a caolín y textura grafica; Imagen a 4X muestra IGM-50001493; nicoles cruzados. **16b)** Se observa feldespato (Fsp) con macla tipo carlsbad y textura grafica, cuarzo (Qtz), moscovita (Ms), sericita (Ser) y minerales opacos (Op); Imagen a 4X muestra IGM-50001493; nicoles cruzados.

### INFORMACION GENERAL

N° IGM: 10225

Número de campo: AC45

Colector:

Fecha de recolección de la muestra:

Analizador: Patricia Báez

Fecha del análisis: 04/10/2011

Número de puntos de conteo: 300

Unidad Litoestratigráfica: Granitoide de Paramo Rico

Plancha: 110

Escala: 1100000

Coordenadas X: 1123801

Y: 1297568

Origen de Coordenadas: BOGOTA

Municipio: Charta

Departamento: Santander

### DESCRIPCION MICROSCÓPICA PETROGRAFICA

**Textura:** hipidiomorfica, inequigranular

**Otras Textura:** textura grafica, textura de uralitización.

**Cristalinidad:** Holocristalina**COMPOSICIÓN MINERALÓGICA EN % ÁREA**

<b>MINERALES PRINCIPALES</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES DE ALTERACIÓN</b>	<b>%</b>
Cuarzo	34.8	Sericita de Pl	
Plagioclasa	23	Clorita Bt	
Feldespato K: Ortosa	35		
Biotita	6		

<b>MINERALES ACCESORIOS</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES DE INTRODUCCIÓN</b>	<b>%</b>
Minerales opacos	0.7		
Moscovita	0.40		
Apatitos	Tr		
Hornblenda	1		
Allanita	Tr		

**CLASIFICACION SEGÚN: IGNEA (SIENOGRANITO Streckeisen, 1979)****DESCRIPCION MICROSCOPICA PETROGRAFICA DE MINERALES:**

**CUARZO:** cristales anhedral, relieve bajo, birrefringencia débil, extinción normal, inclusiones de biotita, fracturas intra-cristalina, bordes de subgrano, color de interferencia gris, figura de interferencia uniáxica positiva.

**PLAGIOCLASA:** Cristales anhedrales y subhedrales, incolora, relieve bajo, bordes de reacción con el feldespato y el cuarzo, birrefringencia débil, color de interferencia gris, alteración a sericita, maclas de tipo albita y periclina.



**FELDESPATO K:**, cristales anhedral, relieve bajo, birrefringencia débil, colores de interferencia gris de primer orden, figura de interferencia biáxica negativa, maclas tipo microclina, textura gráfica, bordes de reacción con la plagioclasa. Alteración a caolín. Intercrecimientos de cuarzo e inclusiones de circones.

**BIOTITA:** hábito tabular, color pardo rojizo, birrefringencia fuerte, color de interferencia rojo, exfoliación en una dirección, alteración a clorita, pleocroica, exfoliación basal perfecta. Seudomorfa de Anfíbol (Hornblenda).

**HORNBLENDA:** cristales subhedrales fino cristalinos de color verde, con un pleocroísmo verde claro, verde oliva, en cortes basales y longitudinales. Birrefringencia media baja con colores de interferencia de segundo orden bajo.

**CLORITA:** color de interferencia azul berlín, pleocroísmo débil, relieve moderado, extinción paralela. Alteración de biotita.

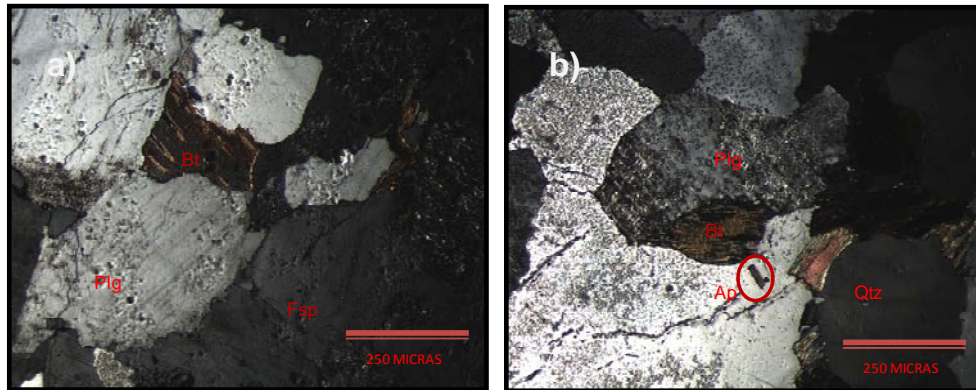
**MOSCOVITA:** cristales tabulares, incoloros, exfoliación basal, birrefringencia fuerte, colores de interferencia de segundo orden.

**MINERALES OPACOS:** están asociados la mayoría a la biotita, clorita y cuarzo. En cristales finos dispersos en la roca, con contornos irregulares.

**EPIDOTA (ALLANITA):** pleocroica, birrefringencia fuerte, relieve alto, colores de interferencia castaño.

**PIROXENO:** alteración de Piroxeno a Anfíbol (textura de uralitización).

## ANEXO FOTOGRAFICO



**Figura 17.** Características mineralógicas del sienogranito. **17a)** biotita (Bt) cloritizada, cuarzo (Qtz) y plagioclasa (Plg) con sericita; Imagen a 10X muestra IGM-10225; nicoles cruzados. **17b)** Se observa apatitos (Ap), biotita cloritizada, feldespatos (Fsp) con caolín; Imagen a 10X muestra IGM-10225; nicoles cruzados.

### INFORMACION GENERAL

N° IGM: 50001484

Número de campo: 110-III-A-008Rb

Colector: Julián López

Fecha de recolección de la muestra: 11/05/2010

Analizador: Patricia Báez

Fecha del análisis: 14/09/2011

Número de puntos de conteo: 500

Unidad Litoestratigráfica: Granitoide de Paramo Rico

Plancha: 110

Escala: 1100000

Coordenadas X: 1125873

Y: 1298954

Origen de Coordenadas: BOGOTA

Municipio: Charta

Departamento: Santander

**DESCRIPCION MACROSCOPICA PETROGRAFICA**



**Figura 18.** Foto macroscópica

**DESCRIPCION MICROSCÓPICA PETROGRAFICA**

**Textura:** hipidiomorfica, Inequigranular

**Otras Textura:**

**Cristalinidad:** Holocristalina

**COMPOSICIÓN MINERALOGICA EN % ÁREA**

<b>MINERALES PRINCIPALES</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES ALTERACIÓN</b>	<b>DE</b>	<b>%</b>
Cuarzo	36	Sericita de Pl		
Plagioclasa	29	Clorita Bt		
Feldespato K: Ortosa	9	Clorita Hb		
Biotita	13	Caolín Fel		
Hornblenda	11			



<b>MINERALES ACCESORIOS</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES DE INTRODUCCIÓN</b>	<b>%</b>
<i>Minerales opacos</i>	2		
<i>Epidotas</i>	Tr		

**CLASIFICACION SEGÚN: IGNEA (GRANODIORITA, Streckeisen, 1979)**

**DESCRIPCION MICROSCOPICA PETROGRAFICA DE MINERALES:**

**CUARZO:** incoloros, anhedral, relieve bajo, birrefringencia débil, extinción ondulosa, bordes de subgrano, color de interferencia grises, figura de interferencia uniáxica positiva.

**FELDESPATO:** cristales anhedrales, relieve bajo, birrefringencia débil, colores de interferencia gris de primer orden, figura de interferencia biáxica negativa, no se observan maclas, alteración a caolín.

**PLAGIOCLASA:** subhedrales, incolora, relieve moderado, maclas albita. Inclusiones de biotita. Alteración a sericita. Se observa zonada.

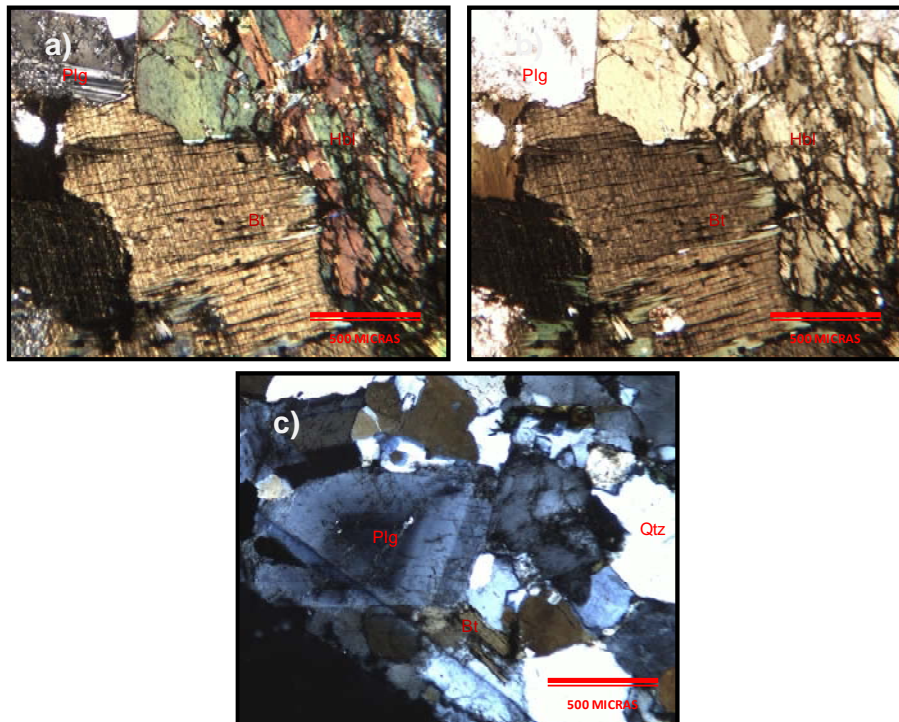
**HORBLENDA:** hábito prismático, relieve alto, pleocroísmo castaño verdoso, color marrón. Se le observa maclas simples y polisintéticas, una exfoliación en dos direcciones, color de interferencia de segundo orden. Alteración de clorita.

**BIOTITA:** hábito tabular, color pardo rojizo, birrefringencia fuerte, color de interferencia rojo, exfoliación en una dirección, alteración a clorita, pleocroica, exfoliación basal perfecta.

**CLORITA:** color de interferencia azul berlín, pleocroísmo débil, relieve moderado, extinción paralela. Alteración de biotita y hornblenda.

**EPIDOTA:** agregados granulares, relieve alto, birrefringencia fuerte, color de interferencia de segundo orden, color verde amarillento, biáxico negativo.

### **ANEXO FOTOGRAFICO**



**Figura 19.** Características mineralógicas de la granodiorita. **19a)** se observa plagioclasa (Plg) sericitada, hornblenda con maclas polisintéticas y biotita (Bt); Imagen a 4X muestra IGM-50001484; nicoles cruzados. **19b)** Imagen a 4X muestra IGM-50001484; nicoles paralelos de la imagen 19a. **19c)** Se observa plagioclasa (Plg) zonada, biotita (Bt) y cuarzo (Qtz); Imagen a 4X muestra IGM-50001484; nicoles cruzados.

### **INFORMACION GENERAL**

N° IGM: 50001485

Número de campo: 110-I-C-011R

Colector: Julián López

Unidad Litoestratigráfica: Granitoide de Paramo Rico

Plancha: 110

Escala: 1100000

Coordenadas X: 1130715

Y: 1306834

Fecha de recolección de la muestra: 12/05/2010 Origen de Coordenadas: BOGOTA

Analizador: Patricia Báez

Fecha del análisis: 14/09/2011

Municipio: California

Número de puntos de conteo: 300

Departamento: Santander

**DESCRIPCION MACROSCOPICA PETROGRAFICA**



**Figura 20.** Foto macroscópica

**DESCRIPCION MICROSCÓPICA PETROGRAFICA**

**Textura:** hipidiomorfica, Inequigranular.

**Otras Textura:**

**Cristalinidad:** Holocristalina

**COMPOSICIÓN MINERALOGICA EN % ÁREA**

<b>MINERALES PRINCIPALES</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES ALTERACIÓN</b>	<b>DE</b>	<b>%</b>
Cuarzo	39	Sericita de Pl		
Feldespato K:	11.33	Caolín Fl		
Plagioclasa	25.66			
Óxidos de hierro	14.66			



<b>MINERALES ACCESORIOS</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES DE INTRODUCCIÓN</b>	<b>%</b>
<i>Moscovita</i>	3.66	<i>Minerales opacos</i>	
<i>Biotita</i>	4.66		
<i>Minerales opacos</i>	1		

**CLASIFICACION SEGÚN: IGNEA (GRANODIORITA, Streckeisen, 1979)**

**DESCRIPCION MICROSCOPICA PETROGRAFICA DE MINERALES:**

**CUARZO:** cristales anhedral, relieve bajo, birrefringencia débil, extinción ondulosa, inclusiones de cuarzo, fracturas intra- cristalina y tran- cristalina, figura de interferencia uniáxica positiva, caminos de polvo en los minerales, los cristales se observan porque la sección está muy gruesa.

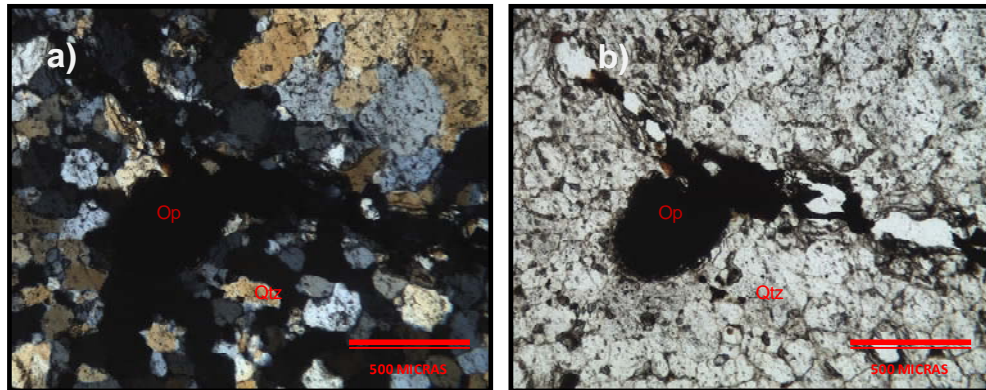
**FELDESPATO:** cristales anhedrales, relieve bajo, alteración a caolín, se observan lamelas de cuarzo y fracturas intra- cristalinas. No se puede observar todas sus propiedades mineralógicas.

**PLAGIOCLASA:** anhedrales, incolora, relieve moderado y fracturas intra- cristalinas. Los minerales se observan muy sericitados no se puede observar todas sus propiedades mineralógicas.

**MOSCOVITA:** color verde pálido, cristales tabulares, birrefringencia fuerte, colores de interferencia de segundo orden.

**MINERALES OPACOS:** se encuentran en venillas que cortan el cuarzo.

## **ANEXO FOTOGRAFICO**



**Figura 21.** Características mineralógicas de la granodiorita. **21a)** Se observa venas de minerales opacos (Op) que corta el cuarzo (Qtz); Imagen a 4X muestra IGM-50001485; nicoles cruzados. **21b)** Imagen a 4X muestra IGM-50001485; nicoles paralelos de la imagen 21a.

### **INFORMACION GENERAL**

N° IGM: 50001489

Número de campo: 110-I-C-018R

Colector: Julián López

Fecha de recolección de la muestra: 13/05/2010

Analizador: Patricia Báez

Fecha del análisis: 16/09/2011

Número de puntos de conteo: 500

Unidad Litoestratigráfica: Granitoide de Paramo Rico

Plancha: 110

Escala: 1100000

Coordenadas X: 1130007

Y: 1301280

Origen e Coordenadas: BOGOTA

Municipio: Vetas

Departamento: Santander

### **DESCRIPCION MACROSCOPICA PETROGRAFICA**



Roca holocristalina isótropa, compacta, de color moteado gris medio claro y gris medio oscuro constituida por plagioclasa, cuarzo, biotita, hornblenda, fanerítica equigranular de grano medio. Roca ígnea plutónica de composición tonalítica.

**Figura 22.** Foto macroscópica

**DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA PETROGRÁFICA**

**Textura:** hipidiomorfica, Inequigranular.

**Otras Textura:** Poiquilitica

**Cristalinidad:** Holocristalina

**COMPOSICIÓN MINERALÓGICA EN % ÁREA**

<b>MINERALES PRINCIPALES</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES DE ALTERACIÓN</b>	<b>%</b>
<i>Plagioclasa</i>	34.1	<i>Sericita de Pl</i>	
<i>Cuarzo</i>	22.8	<i>Clorita Hb</i>	
<i>Feldespato K: Ortosa</i>	6.7		
<i>Biotita</i>	21.5		
<i>Hornblenda</i>	7.7		

<b>MINERALES ACCESORIOS</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES DE INTRODUCCIÓN</b>	<b>%</b>
<i>Minerales opacos</i>	4.7		
<i>Epidota</i>	2.5		
<i>Apatitos</i>	Tr		
<i>Circones</i>	Tr		



**CLASIFICACION SEGÚN: IGNEA (GRANODIORITA, Streckeisen, 1979)**

**DESCRIPCION MICROSCOPICA PETROGRAFICA DE MINERALES:**

**CUARZO:** cristales anhedral y subhedrales, relieve bajo, birrefringencia débil, extinción ondulosa, inclusiones de apatitos y circones, color de interferencia grises, figura de interferencia uniáxica positiva.

**PLAGIOCLASA:** cristales anhedrales y subhedrales, incolora, relieve moderado, maclas albita, periclina y carlsbad. Zonación de unos cristales. Inclusiones de apatitos y epidota. Flexura en unos minerales. Alteración a sericita.

**FELDESPATO:** incolora, cristales anhedrales, relieve bajo, color de interferencia gris de primer orden, alteración a caolín. Maclas tipo Carlsbad Inclusiones de apatitos.

**BIOTITA:** hábito tabular, color pardo rojizo, birrefringencia fuerte, color de interferencia rojo, exfoliación en una dirección, alteración a clorita, pleocroica, exfoliación basal perfecta.

**CLORITA:** color de interferencia azul berlín, pleocroísmo débil, relieve moderado, extinción paralela. Alteración de la biotita.

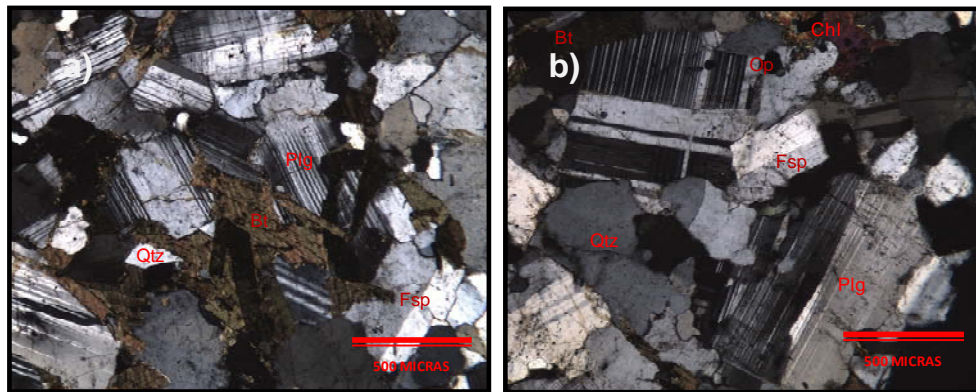
**CIRCÓN:** Cristales anhedrales finos asociados a plagioclasa, accesorio primario.

**APATITO:** Accesorio primario incluido en biotita y hornblenda, incoloro de alto relieve y muy baja birrefringencia.

**MINERALES OPACOS:** Asociados preferencialmente a minerales máficos, cristales xenomórficos finos dispersos.

**OBSERVACIONES:** se observa orientación en los minerales.

### **ANEXO FOTOGRAFICO**



**Figura 23.** Características mineralógicas de la granodiorita. **23a)** Se observa plagioclasa (Plg), biotita (Bt) y cuarzo (Qtz); Imagen a 4X muestra IGM-50001489; nicoles cruzados. **23b)** Se observa biotita (Bt), clorita (Chl), cuarzo (Qtz), plagioclasa (Plg), minerales opacos (Op) y feldespato (Fsp) potásico; Imagen a 4X muestra IGM-50001489; nicoles cruzados.

### **INFORMACION GENERAL**

N° IGM: 50001486

Número de campo: 110-I-C-012Ra

Colector: Julián López

Fecha de recolección de la muestra: 12/05/2010

Analizador: Patricia Báez

Fecha del análisis: 15/09/2011

Número de puntos de conteo: 300

Unidad Litoestratigráfica: Granitoide de Paramo Rico

Plancha: 110

Escala: 1100000

Coordenadas X: 1128847

Y: 1307040

Origen de Coordenadas: BOGOTA

Municipio: California

Departamento: Santander

**DESCRIPCION MACROSCOPICA PETROGRAFICA**



Roca subvolcánica holocristalina isótropa de color gris claro – rosado por acumulación superficial de óxidos de hierro férrico, porfídica con fenocristales de plagioclasa tabular y xenomórficos de cuarzo con máficos escasos alterados en matriz microcristalina felsítica. Roca dacítica porfídica.

**Figura 24 .Foto macroscópica**

**DESCRIPCION MICROSCÓPICA PETROGRAFICA**

**Textura:** porfídica, Inequigranular bimodal

**Otras Textura:**

**Cristalinidad:** Holocristalina

**COMPOSICIÓN MINERALOGICA EN % ÁREA**

<b>MINERALES PRINCIPALES</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES ALTERACIÓN</b>	<b>DE</b>	<b>%</b>
Cuarzo	8.33	Sericita de Pl		
Plagioclasa	23.66	Clorita Hb		
Clorita	13.33			
Sericita	6.66			

<b>MINERALES ACCESORIOS</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES INTRODUCCIÓN</b>	<b>DE</b>	<b>%</b>
Turmalina	Tr			
Hornblenda	Tr			
Moscovita	Tr			
Minerales opacos	4			
Matriz	43.66			



**CLASIFICACION SEGÚN: IGNEA (DACITA, Streckeisen, 1979)**

**DESCRIPCION MICROSCOPICA PETROGRAFICA DE MINERALES:**

**CUARZO:** se observa dos cuarzos;

Cuarzo 1: pertenece a la matriz se encuentra recristalizado. Se observa con polvo.

Cuarzo 2: fenocristales, cristales redondeados, incoloro, relieve bajo, color de interferencia gris de primer orden, se observa como fenocristales, tiene líneas de polvo, extinción normal y se observan como cuarzos de bahía.

3

**PLAGIOCLASA:** se observa la plagioclasa que pertenece a la matriz de la roca como micro fenocristales, alteración a sericita, relieve moderado. Plagioclasa como fenocristales, euhedrales y subhedrales, incolora, relieve moderado, maclas albita, maclas zonadas. Flexura en unos minerales. Recristalización de plagioclasas en feldespatos. Alteración a sericita. Los bordes de la plagioclasa contienen óxidos.

**CLORITA:** color de interferencia azul berlín, pleocroísmo débil, relieve moderado, extinción paralela. Alteración de hornblenda. Está asociado a minerales opacos. Moscovita asociada a la clorita.

**TURMALINA:** extinción paralela, pleocroica de marrón a rosado, de color verde-marrón, forma romboédrica con bordes irregulares.

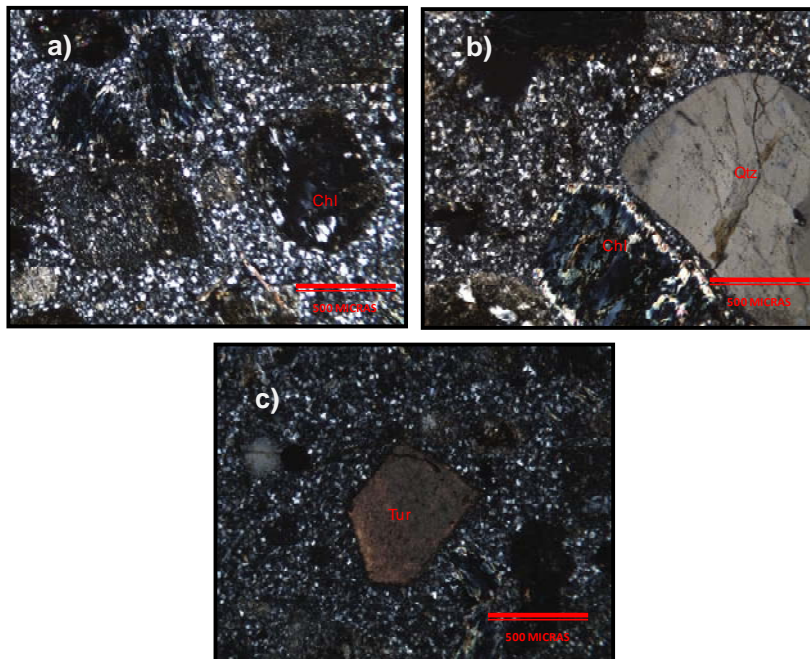
**HORBLENDA:** hábito prismático, relieve alto, pleocroísmo castaño verdoso, color verde. Una exfoliación en dos direcciones, color de interferencia de segundo orden. Alteración a clorita.

**MOSCOVITA:** color verde pálido, cristales tabulares, exfoliación en una dirección, birrefringencia fuerte, colores de interferencia de segundo orden.

**MINERALES OPACOS:** Óxidos de hierro férrico en fracturas en la plagioclasa, cristales dispersos, también presentan oxidación con pátina pardo rojiza.

**MATRIZ:** Holocristalina granular fina incolora empolvada por minerales arcillosos felsítica constituida en orden de abundancia por plagioclasa anhedral, no maclada empolvada por arcillas, cuarzo anhedral fino incoloro y limpio y por opacos escasos xenomórficos finos – muy finos diseminados

### **ANEXO FOTOGRAFICO**



**Figura 25.** Características mineralógicas de la dacita. **25a)** Se observa la matriz de la roca y fenocristales de clorita (Chl); Imagen a 4X muestra IGM-50001486; nicoles cruzados. **25b)** Se observa la matriz con fenocristales de clorita (Chl) y cuarzo (Qtz) de bahía; Imagen a 4X muestra IGM-50001486; nicoles cruzados. **25c)** se observa matriz de la roca y turmalina (Tur); Imagen a 4X muestra IGM-50001486; nicoles cruzados.

**INFORMACION GENERAL**

N° IGM: 50001487

Unidad Litoestratigráfica: Granitoide de Paramo Rico

Número de campo: 110-I-C-013R

Plancha: 110

Escala: 1100000

Colector: Julián López

Coordenadas X: 1128454

Y: 1306267

Fecha de recolección de la muestra: 12/05/2010

Origen de Coordenadas: BOGOTA

Analizador: Patricia Báez

Fecha del análisis: 15/09/2011

Municipio: California

Número de puntos de conteo:

Departamento: Santander

**DESCRIPCION MACROSCOPICA PETROGRAFICA**



Roca ígnea brechoide de color blanco lechoso con fragmentos angulosos de tamaño entre 3 mm y 1.2 cm los fragmentos de color blanco lechosos flotan en una matriz blanca traslucida de cuarzo, se presentan venillas rellenas de pirita. La roca está compuesta de cuarzo y venillas de pirita

**Figura 26.** Foto macroscópica

**DESCRIPCION MICROSCÓPICA PETROGRAFICA**

**Textura:** Porfídica relicta con matriz felsítica granular Inequigranular.

**Otras Textura:** Brechoide

**Cristalinidad:** Holocristalina

**COMPOSICIÓN MINERALOGICA EN % ÁREA**

<b>MINERALES PRINCIPALES</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES ALTERACIÓN</b>	<b>DE</b>	<b>%</b>
<i>Cuarzo</i>	49.5	<i>Sericita</i>		
<i>Sericita</i>	46.7			
<i>Minerales opacos</i>	3.8			

<b>MINERALES ACCESORIOS</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES INTRODUCCIÓN</b>	<b>DE</b>	<b>%</b>
<i>Epidota</i>	Tr	<i>Cuarzo</i>		
		<i>Minerales opacos</i>		

**CLASIFICACION SEGÚN: IGNEA (BRECHA DE CUARZO SERICITA, Streckeisen, 1979)**

**DESCRIPCION MICROSCOPICA PETROGRAFICA DE MINERALES:**

**CUARZO:** Se presentan dos generaciones: cuarzo granular a manera de mosaico y una generación de cuarzo nueva como cuarzo microcristalino con contornos irregulares de introducción que rodea fragmentos del cuarzo en mosaico granular. Los cristales en general son anhedrales equigranulares en contactos completos formando una matriz felsítica de cuarzo – plagioclasa alterada, el tamaño de los cristales varía entre 0.1 y 0.2 mm, con extinción ondulatoria.

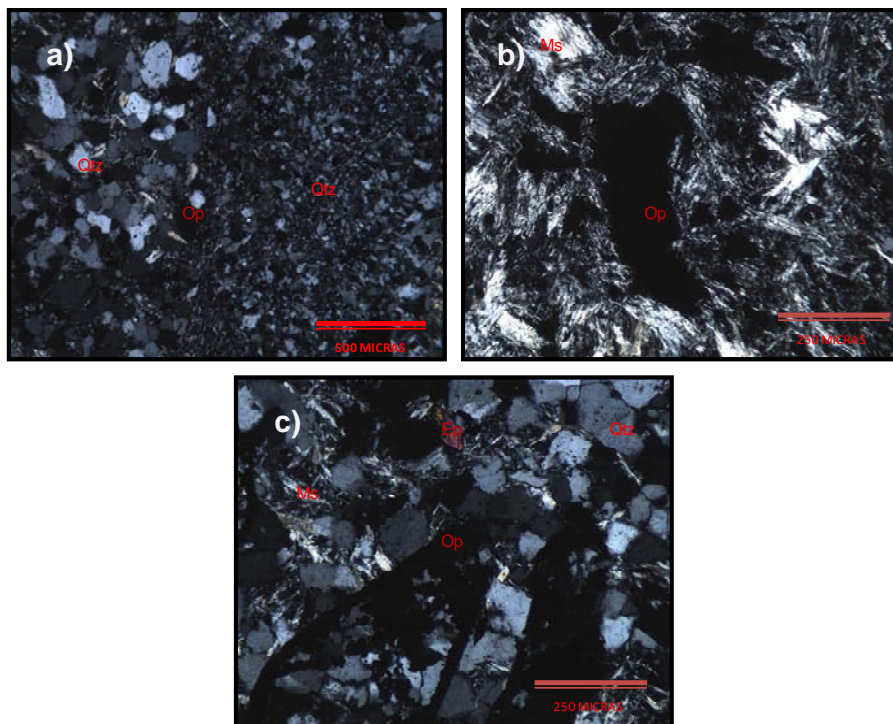
**SERICITA:** Se presenta en agregados plumosos y de hábito plumoso al parecer formados por alteración hidrotermal de plagioclasa que representaba los fenocristales y microcristales en la matriz felsítica, pero han sido reemplazados

completamente por agregados fibro laminares de sericita destruyendo el mineral primario.

**MINERALES OPACOS:** Se presentan como introducción a manera de venillas irregulares y discontinuas con agrupaciones de opacos anhedrales, como producto residual de la alteración de fenocristales a manera de agregados microcristalinos junto a sericita y como bordes esqueléticos en fenocristales.

**EPIDOTA:** color verde amarillento, se observa como agregados granulares, relieve alto, birrefringencia fuerte, color de interferencia de tercer orden bajo y biáxico negativo.

### **ANEXO FOTOGRAFICO**



**Figura 27.** Características mineralógicas de la brecha de cuarzo sericita. **27a)** Se observa dos tamaños de cuarzo (Qtz) y minerales opacos; (Op) Imagen a 4X

muestra IGM-50001487; nicoles cruzados. **27b)** Se observa minerales opacos (Op) y moscovitas (Ms); Imagen a 10X muestra IGM-50001487; nicoles cruzados. **27c)** Se observa cuarzo (Qtz), epidota (Ep), sericita y minerales opacos (Op); Imagen a 10X muestra IGM-50001487; nicoles cruzados.

### INFORMACION GENERAL

N° IGM: 50001491

Unidad Litoestratigráfica: Granitoide de Paramo Rico

Número de campo: 110-I-C-020R

Plancha: 110

Escala: 1100000

Colector: Julián López

Coordenadas X: 1126128

Y: 1304357

Fecha de recolección de la muestra: 13/05/2010

Origen de Coordenadas: BOGOTA

Analizador: Patricia Báez

Fecha del análisis: 16/09/2011

Municipio: California

Número de puntos de conteo: 300

Departamento: Santander

### DESCRIPCION MACROSCOPICA PETROGRAFICA



Roca ígnea de color rosa, presenta zona silificada, y azufre nativo

**Figura 28.** Foto macroscópica

### DESCRIPCION MICROSCÓPICA PETROGRAFICA

**Textura:** HIPIDIOMORFICA, INEQUIGRANULAR

**Otras Textura:**

**Cristalinidad:** holocristalina

**COMPOSICIÓN MINERALOGICA EN % ÁREA**

<b>MINERALES PRINCIPALES</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES DE ALTERACIÓN</b>	<b>%</b>
<i>Cuarzo</i>	29.33	<i>Sericita de Pl</i>	
<i>Feldespato K</i>	56	<i>Caolín de Fel</i>	
<i>Plagioclasa</i>	4.66		
<i>Moscovita</i>	9.98		

**CLASIFICACION SEGÚN: IGNEA (GRANITO ALKALINO FELDESPÁTICO, Streckeisen, 1979)**

**DESCRIPCION MICROSCOPICA PETROGRAFICA DE MINERALES:**

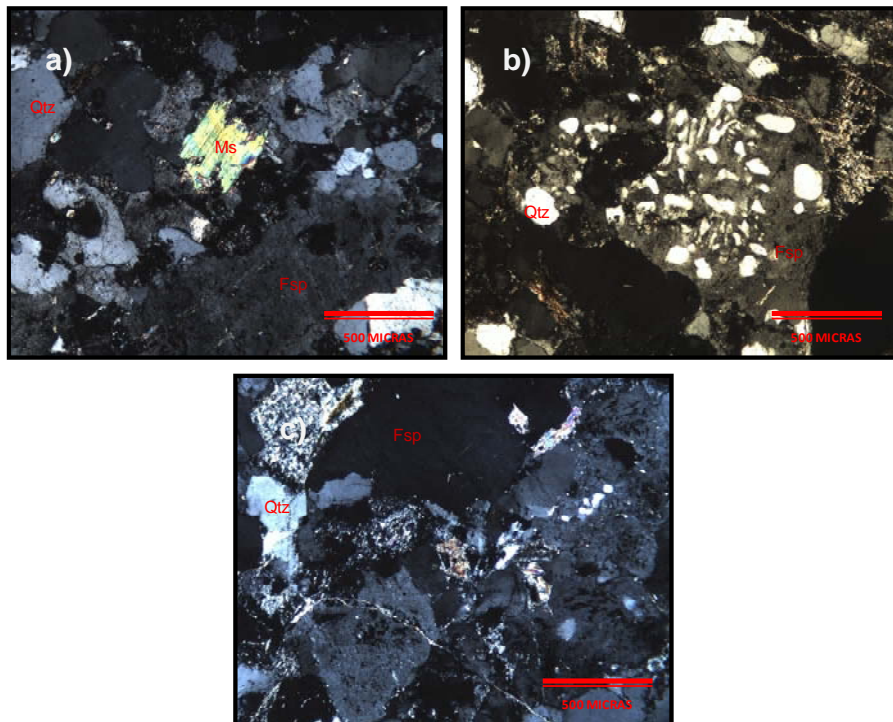
**CUARZO:** cristales anhedral, relieve bajo, birrefringencia débil, extinción ondulosa, inclusiones de cuarzo, bordes de reacción con el feldespato K, fracturas intra- cristalinas, color de interferencia grises, figura de interferencia uniaxial positiva, caminos de polvo en los minerales.

**FELDESPATO:** cristales anhedral, relieve bajo, birrefringencia débil, colores de interferencia gris de primer orden, figura de interferencia biaxial negativa, se observan maclas de carlsbad, alteración a caolín. Se observan intercrecimientos de cuarzo en el feldespato. Fracturas tran-cristalinas rellenas de hematita y venas de Moscovita que cortan los minerales. Inclusiones de Moscovita, apatitos y óxidos. Textura gráfica. Bordes de reacción con la plagioclasa.

**PLAGIOCLASA:** anhedrales, incolora, relieve moderado. Los minerales se observan muy sericitados no se puede observar todas sus propiedades mineralógicas.

**MOSCOVITA:** color verde pálido, cristales tabulares, exfoliación en una dirección, birrefringencia fuerte, colores de interferencia de segundo orden. Se observan en venillas y en inclusiones en el feldespato K.

### **ANEXO FOTOGRAFICO**



**Figura 29.** Características mineralógicas del granito alcalino feldespático. **29a)** Se observa feldespato (Fsp) potásico, moscovita (Ms) y cuarzo (Qtz); Imagen a 4X muestra IGM-50001491; nicoles cruzados. **29b)** Se observa minerales con textura grafica cuarzo (Qtz) y feldespato (Fsp); Imagen a 4X muestra IGM-50001491; nicoles cruzados. **29c)** Se observa feldespato (Fsp) potásico y cuarzo (Qtz); Imagen a 4X muestra IGM-50001491; nicoles cruzados.

**INFORMACION GENERAL**

<b>N° IGM: 50001492</b>	<b>Unidad Litoestratigráfica: Granitoide de Paramo Rico</b>	
<b>Número de campo: 110-I-C-022Ra</b>	<b>Plancha: 110</b>	<b>Escala: 1100000</b>
<b>Colector: Julián López</b>	<b>Coordenadas X: 1131730</b>	<b>Y: 1303150</b>
<b>Fecha de recolección de la muestra: 15/05/2010</b>	<b>Origen de Coordenadas: BOGOTA</b>	
<b>Analizador: Patricia Báez</b>		
<b>Fecha del análisis: 19/09/2011</b>	<b>Municipio: Vetas</b>	
<b>Número de puntos de conteo: 300</b>	<b>Departamento: Santander</b>	

**DESCRIPCION MACROSCOPICA PETROGRAFICA**

Roca holocristalina compacta, isótropa, porfídica con fenocristales dispersos y aislados de plagioclasa idiomórfica tabular, cuarzo anhedral y escasos máficos en matriz granular fina de plagioclasa – cuarzo con magnetita. Roca subvolcánica porfídica de composición dacítica y color gris medio moteado.



**Figura 30.** foto macroscópica

**DESCRIPCION MICROSCÓPICA PETROGRAFICA**

**Textura:** Porfídica hiatal

**Otras Textura:** Matriz: Granular fina alotriomórfica

**Cristalinidad:** Holocristalina

**COMPOSICIÓN MINERALÓGICA EN % ÁREA**

<b>MINERALES PRINCIPALES</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES DE ALTERACIÓN</b>	<b>%</b>
<i>Cuarzo</i>	1	<i>Sericita de Pl</i>	
<i>Plagioclasa</i>	23	<i>Caolín Fl</i>	
<i>Biotita</i>	8.33		

<b>MINERALES ACCESORIOS</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES DE INTRODUCCIÓN</b>	<b>%</b>
<i>Carbonato</i>	3		
<i>Minerales opacos</i>	0.66		
<i>Matriz</i>	63.66		
<i>Circones</i>	Tr		

**CLASIFICACION SEGÚN: IGNEA (ANDESITA, Streckeisen, 1979)****DESCRIPCION MICROSCOPICA PETROGRAFICA DE MINERALES:**

**CUARZO:** se observa dos cuarzos;

Cuarzo 1: pertenece a la matriz se encuentra recristalizado. Se observa con polvo.

Cuarzo 2: fenocristales, cristales redondeados, incoloro, relieve bajo, color de interferencia gris de primer orden, se observa como fenocristales, tiene líneas de polvo, extinción normal y se observan como cuarzos de bahía.

**PLAGIOCLASA:** se observa la plagioclasa que pertenece a la matriz de la roca como microfenocristales, alteración a sericita, relieve moderado. Plagioclasa



como fenocristales, euhedrales y subhedrales, incolora, relieve moderado, maclas albita, maclas zonadas. Recristalización de plagioclasas en feldespatos. Alteración a sericita. Hacia el núcleo de la plagioclasa se observan carbonato.

**BIOTITA:** hábito tabular, color pardo rojizo, birrefringencia fuerte, color de interferencia rojo, exfoliación en una dirección, alteración a clorita, pleocroica, exfoliación basal perfecta.

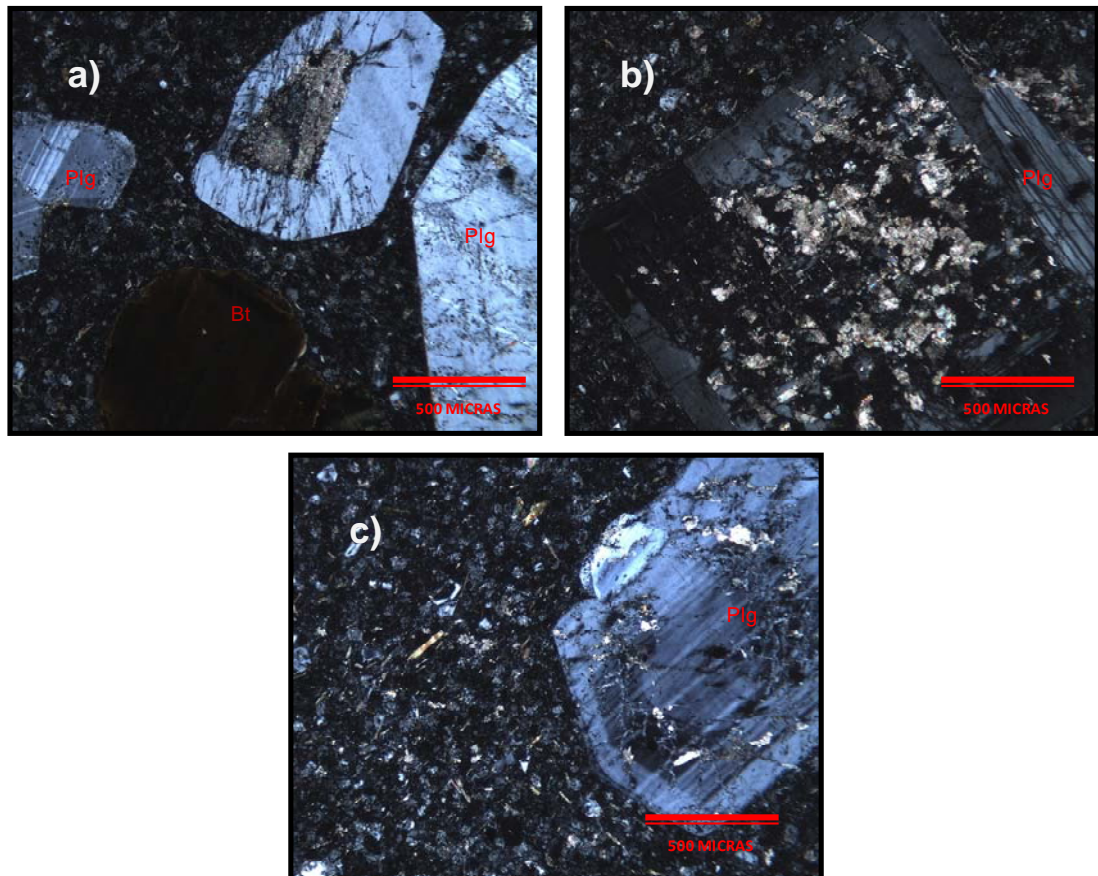
**MOSCOVITA:** color verde pálido, cristales tabulares, birrefringencia fuerte, colores de interferencia de segundo orden.

**MINERALES OPACOS:** Cristales xenomórficos finos a muy finos diseminados como accesorio primario en la roca.

**CIRCÓN:** Cristales anhedrales finos asociados a biotita, accesorio primario.

**MATRIZ:** Holocristalina granular fina en mosaicos, empolvada por alteración de plagioclasa a minerales de arcilla tomando coloración crema pálido, felsítica con plagioclasa predominante anhedral no maclada de relieve moderado de composición intermedia con escaso cuarzo anhedral fino limpio de color de interferencia gris – blanco de primer orden y con opacos muy finos xenomórficos diseminados.

## ANEXO FOTOGRAFICO



**Figura 31.** Características mineralógicas de la andesita. **31a)** Se observa matriz con fenocristales de plagioclasa (Plg) y biotita (Bt); Imagen a 4X muestra IGM-50001492; nicoles cruzados. **31b)** Se observa la matriz y fenocristales de plagioclasa (Plg) y hacia el centro de la plagioclasa (Plg) se observa carbonato; Imagen a 4X muestra IGM-50001492; nicoles cruzados. **31c)** Se observa la matriz y fenocristal de plagioclasa (Plg) zonada; Imagen a 4X muestra IGM-50001492; nicoles cruzados.

**INFORMACION GENERAL**

N° IGM: 10301

Unidad Litoestratigráfica: Granitoide de Paramo Rico

Número de campo: EA24

Plancha: 110

Escala: 100000

Colector:

Coordenadas X: 1129736

Y: 1302831

Fecha de recolección de la muestra:

Origen de Coordenadas: BOGOTA

Analizador: Patricia Báez

Fecha del análisis: 04/10/2011

Municipio: Vetas

Número de puntos de conteo: 500

Departamento: Santander

**DESCRIPCION MICROSCÓPICA PETROGRAFICA****Textura:** porfídica, Inequigranular bimodal**Otras Textura:****Cristalinidad:** Holocristalina**COMPOSICIÓN MINERALOGICA EN % ÁREA**

<b>MINERALES PRINCIPALES</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES ALTERACIÓN</b>	<b>DE</b>	<b>%</b>
<i>Plagioclasa</i>	22	<i>Sericita de Pl</i>		
<i>Cuarzo</i>	2	<i>Clorita Bt</i>		
<i>Feldespato K: Ortosa</i>	1			
<i>Biotita</i>	8,5			
<i>Hornblenda</i>	3			

<b>MINERALES ACCESORIOS</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES INTRODUCCIÓN</b>	<b>DE</b>	<b>%</b>
<i>Moscovita</i>	0,66			
Carbonatos	1			
Matriz	61,84			



**CLASIFICACION SEGÚN: IGNEA (ANDESITA, Streckeisen, 1979)**

**DESCRIPCION MICROSCOPICA PETROGRAFICA DE MINERALES:**

**PLAGIOCLASA:** se observa la plagioclasa que pertenece a la matriz de la roca como microfenocristales, alteración a sericita, relieve moderado. Plagioclasa como fenocristales, subhedrales, incolora, relieve moderado, maclas albita con carlsbad y periclina, maclas zonadas. Inclusiones de biotita. Flexura en unos minerales. Recristalización de plagioclasas en feldespatos. Alteración a sericita.

**CUARZO:** se observa dos cuarzos;

Cuarzo 1: pertenece a la matriz se encuentra recristalizado. Se observa con polvo

Cuarzo 2: cristales redondeados, incoloro, relieve bajo, color de interferencia gris de primer orden, se observa como fenocristales, tiene líneas de polvo, extinción normal y se observan como cuarzos de bahía.

**FELDESPATO K:** cristales anhedral, relieve bajo, birrefringencia débil, colores de interferencia gris de primer orden, figura de interferencia biáxica negativa, no se observan maclas, alteración a caolín.

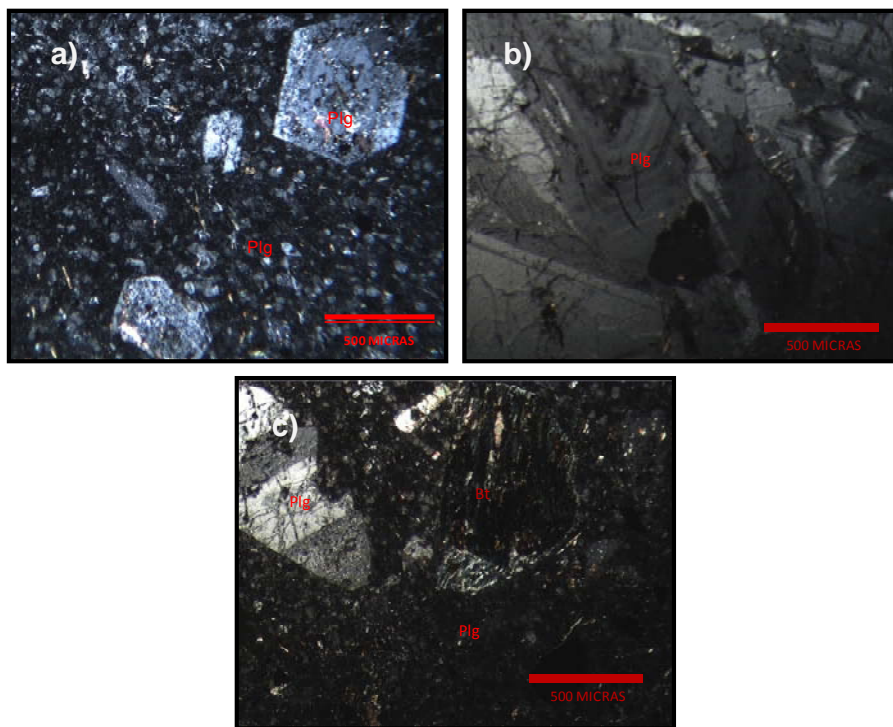
**BIOTITA:** hábito tabular, color pardo rojizo, birrefringencia fuerte, color de interferencia rojo, exfoliación en una dirección, alteración a clorita, pleocroica, exfoliación basal perfecta.

**CLORITA:** color de interferencia azul berlín, pleocroísmo débil, relieve moderado, extinción paralela. Alteración de biotita.

**HORBLENDA:** Cristales anhedrales a subhedrales de color verde, con extinción ondulatoria, con un pleocroísmo verde claro, verde oliva, en cortes basales y longitudinales, pueden tener maclas dobles y polisintéticas. Birrefringencia media – baja con colores de interferencia de segundo orden bajo.

**MOSCOVITA:** cristales tabulares, incoloros, exfoliación basal, birrefringencia fuerte, colores de interferencia de segundo orden.

### **ANEXO FOTOGRAFICO**



**Figura 32.** Características mineralógicas de la andesita **32a)** Se observa matriz de plagioclasa (Plg), alteración de sericita y cuarzo (Qtz); Imagen a 4X muestra IGM-10301; nicoles cruzados. **32b)** Se observa zonación (maclas cíclicas) Imagen a 4X muestra IGM-10301; nicoles cruzados. **32c)** matriz de

plagioclasa (Plg), fenocristales de biotita (Bt) cloritizada y cuarzo (Qtz); Imagen a 4X muestra IGM-10301; nicoles cruzados.

### **INFORMACION GENERAL**

N° IGM: 50001494

Unidad Litoestratigráfica Granitoide de Paramo Rico

Número de campo: 110-I-C-022Rc

Plancha: 110

Escala: 1100000

Colector: Julián López

Coordenadas X: 1131780

Y: 1303103

Fecha de recolección de la muestra: 15/05/2010

Origen de Coordenadas: BOGOTA

Analizador: Patricia Báez

Fecha del análisis: 21/09/2011

Municipio: Vetas

Número de puntos de conteo: 300

Departamento: Santander

### **DESCRIPCION MACROSCOPICA PETROGRAFICA**



**Figura 33.** foto macroscópica

### **DESCRIPCION MICROSCÓPICA PETROGRAFICA**

**Textura:** hipidiomorfica, Inequigranular.

**Otras Textura:**

**Cristalinidad:** Holocristalina

**COMPOSICIÓN MINERALÓGICA EN % ÁREA**

<b>MINERALES PRINCIPALES</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES ALTERACIÓN</b>	<b>DE</b>	<b>%</b>
Cuarzo	26.8	Sericita Pl		
Plagioclasa	34.4	Clorita Hb		
Biotita	15.2			
Horblenda	11.2			
Epidota	6.6			
Minerales opacos	5.6			

<b>MINERALES ACCESORIOS</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES INTRODUCCIÓN</b>	<b>DE</b>	<b>%</b>
Apatitos	Tr	Minerales opacos		
Feldespato	Tr			

**CLASIFICACION SEGÚN: IGNEA (TONALITA, Streckeisen, 1979)****DESCRIPCION MICROSCOPICA PETROGRAFICA DE MINERALES:**

**CUARZO:** cristales anhedral, relieve bajo, birrefringencia débil, extinción normal, figura de interferencia uniáxica positiva. Inclusiones de epidota y apatitos.

**PLAGIOCLASA:** cristales anhedrales y subhedrales, incolora, relieve moderado. Alteración a sericita, maclas tipo albita y carlsbad. Inclusiones de epidota y apatitos.

**FELDESPATO:** cristales anhedrales, relieve bajo, alteración a caolín.



**BIOTITA:** hábito tabular, color pardo, birrefringencia fuerte, color de interferencia marrón, exfoliación en una dirección, alteración a clorita, pleocroica, exfoliación basal perfecta.

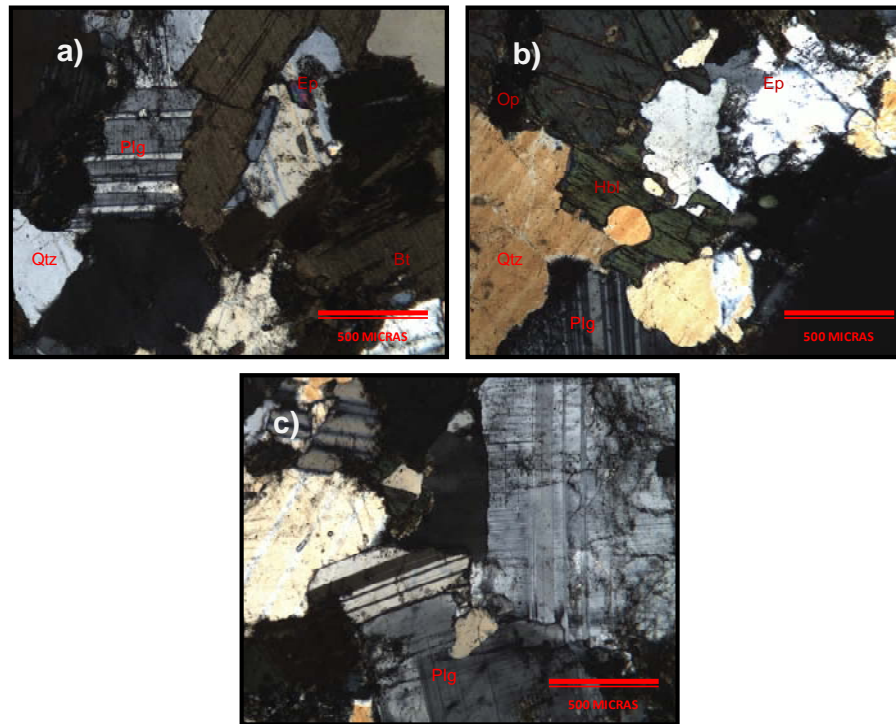
**HORBLENDA:** hábito prismático, relieve alto, pleocroísmo castaño verdoso, color verde. Se le observa macla simple y polisintética, una exfoliación en dos direcciones, color de interferencia de segundo orden. Alteración de clorita. Minerales opacos asociados.

**CLORITA:** color de interferencia verde, pleocroísmo débil, relieve moderado, extinción paralela. Alteración de hornblenda

**EPIDOTA:** color verde amarillento, se observa como agregados granulares, relieve alto, birrefringencia fuerte, color de interferencia de tercer orden bajo y biáxico negativo

**APATITO:** Accesorio primario en cristales xenomórficos, en cristales delgados – varillas dispersas.

**ANEXO FOTOGRAFICO**



**Figura 34.** Características mineralógicas de la tonalita. **34a)** Se observa exolución plagioclasa (Plg) con maclas albita, epidota (Ep), biotita (Bt) y cuarzo (Qtz); Imagen a 4X muestra IGM-50001494; nicoles cruzados. **34b)** Se observa hornblenda (Hbl) con maclas polisintéticas, minerales opacos (Op) cortando la hornblenda(Hbl), epidota (Ep), cuarzo (Qtz) y plagioclasa (Plg); Imagen a 4X muestra IGM-50001494; nicoles cruzados. **34c)** Se observa plagioclasas (Plg) con maclas tipo albita y periclina; Imagen a 4X muestra IGM-50001494; nicoles cruzados.

**INFORMACION GENERAL**

N° IGM: 50001495

Unidad Litoestratigráfica: Granitoide de Paramo Rico

Número de campo: 110-III-A-023R

Plancha: 110

Escala: 1100000

Colector: Julián López

Coordenadas X: 1129480

Y: 1292680

Fecha de recolección de la muestra: 15/05/2010

Origen de Coordenadas: BOGOTA

**Analizador:** Patricia Báez

**Fecha del análisis:** 22/09/2011

**Municipio:** California

**Número de puntos de conteo:** 500

**Departamento:** Santander

**DESCRIPCION MACROSCOPICA PETROGRAFICA**



**Figura 35.** foto macroscópica

**DESCRIPCION MICROSCÓPICA PETROGRAFICA**

**Textura:** hipidiomorfica, Inequigranular

**Otras Textura:** textura poiquiloblastica

**Cristalinidad:** Holocristalina

**COMPOSICIÓN MINERALOGICA EN % ÁREA**

<b>MINERALES PRINCIPALES</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES ALTERACIÓN</b>	<b>DE</b>	<b>%</b>
Cuarzo	17	Sericita de Pl		
Plagioclasa	39	Clorita Bt		
Biotita	18.6	Clorita Hbl		
Hornblenda	17			
Minerales opacos	5			



<b>MINERALES ACCESORIOS</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES DE INTRODUCCIÓN</b>	<b>%</b>
<i>Epidota</i>	3.4	<i>Minerales opacos</i>	
Apatitos	Tr		

**CLASIFICACION SEGÚN: IGNEA (TONALITA, Streckeisen, 1979)**

**DESCRIPCION MICROSCOPICA PETROGRAFICA DE MINERALES:**

**CUARZO:** cristales anhedrales, relieve bajo, birrefringencia débil, extinción normal, figura de interferencia uniáxica positiva.

**PLAGIOCLASA:** cristales anhedrales y subhedrales, incolora, relieve moderado, maclas albita, albita y carlsbad. Inclusiones de clorita, cuarzo, hornblenda, y epidota. Flexura en unos minerales. Alteración a sericita y moscovita.

**HORNBLENDA:** : hábito prismático, relieve alto, pleocroísmo castaño verdoso, color verde. Se le observa macla simple y polisintética, una exfoliación en dos direcciones, color de interferencia de segundo orden. Alteración de clorita. Minerales opacos asociados.

**BIOTITA:** hábito tabular, color pardo, birrefringencia fuerte, color de interferencia marrón, exfoliación en una dirección, alteración a clorita, pleocroica, exfoliación basal perfecta.

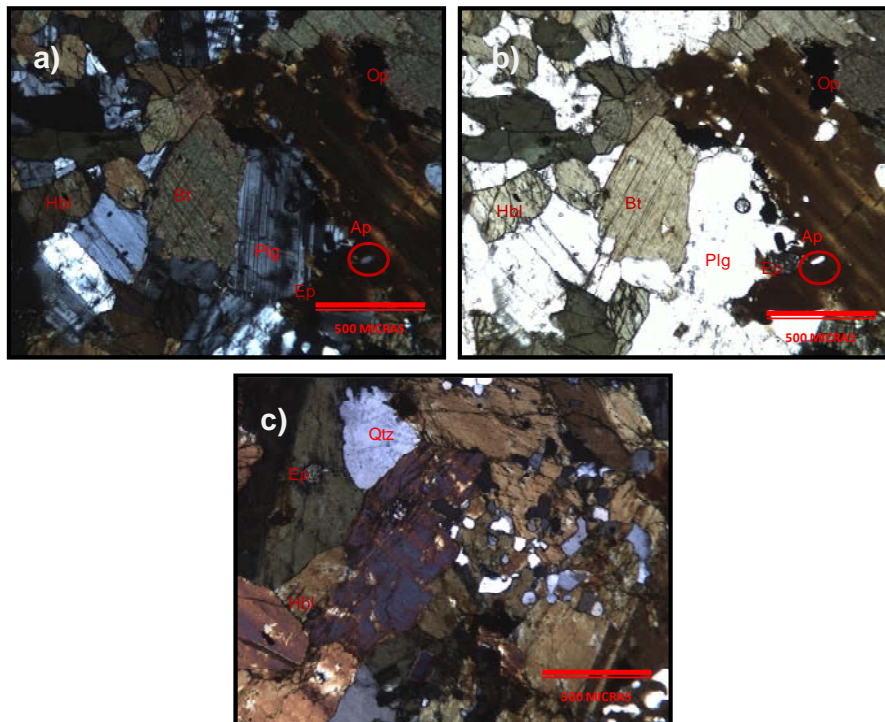
**CLORITA:** color de interferencia verde, pleocroísmo débil, relieve moderado, extinción paralela. Alteración de hornblenda y biotita.

**EPIDOTA:** color verde amarillento, se observa como agregados granulares, relieve alto, birrefringencia fuerte, color de interferencia de tercer orden bajo y biáxico negativo.

**MINERALES OPACOS:** asociados a la biotita.

**APATITO:** Accesorio primario en cristales xenomórficos finos máficos, en cristales delgados – varillas dispersas.

### **ANEXO FOTOGRAFICO**



**Figura 36.** Características mineralógicas de la tonalita. **36a)** se observa inclusiones de apatitos en la biotita (Bt), inclusiones de epidota (Ep) en la plagioclasa (Plg), minerales opacos (Op) y hornblenda (Hbl); Imagen a 4X muestra IGM-50001495; nicoles cruzados. **36b)** Imagen a 4X muestra IGM-50001495; nicoles paralelos de la imagen 36a. **36c)** Se observa epidota (Ep),



cuarzo (Qtz) y textura poiquilitica en la biotita (Bt) y en la hornblenda (Hbl);  
Imagen a 4X muestra IGM-50001495; nicoles cruzados.

**INFORMACION GENERAL**

N° IGM: 10180	Unidad Litoestratigráfica: Granitoide de Paramo Rico	
Número de campo: AC20	Plancha: 110	Escala: 1100000
Colector:	Coordenadas X: 1123801	Y: 1297568
Fecha de recolección de la muestra:	Origen de Coordenadas: BOGOTA	
Analizador: Patricia Báez		
Fecha del análisis: 22/09/2011	Municipio: Charta	
Número de puntos de conteo: 300	Departamento: Santander	

**DESCRIPCION MICROSCÓPICA PETROGRAFICA**

**Textura:** hipidiomorfa, inequigranular

**Otras Textura:** uralitización

**Cristalinidad:** Holocristalina

**COMPOSICIÓN MINERALOGICA EN % ÁREA**

<b>MINERALES PRINCIPALES</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES ALTERACIÓN</b>	<b>DE</b>	<b>%</b>
Cuarzo	24	Sericita de Pl		
Plagioclasa	47	Clorita Bt		
Feldespato k	2.33			
Biotita	7			
Hornblenda	15.33			

<b>MINERALES ACCESORIOS</b>	<b>%</b>	<b>MINERALES DE INTRODUCCIÓN</b>	<b>%</b>
<i>Minerales opacos</i>	1		
<i>Espena</i>	2.33		
<i>Apatitos</i>	Tr		
<i>Piroxeno</i>	Tr		

**CLASIFICACION SEGÚN: IGNEA (TONALITA, Streckeisen, 1979)**

**DESCRIPCION MICROSCOPICA PETROGRAFICA DE MINERALES:**

**CUARZO:** cristales anhedral, relieve bajo, birrefringencia débil, extinción ondulosa, inclusiones de hornblenda, fracturas intra-cristalina, color de interferencia gris, figura de interferencia uniaxial positiva.

**PLAGIOCLASA:** Cristales anhedrales y subanhedrales, incolora, relieve bajo, birrefringencia débil, color de interferencia gris, alteración a sericita, maclas de tipo albita, fracturas intra-cristalinas, flexura en unos minerales.

**BIOTITA:** hábito tabular, color pardo rojizo, birrefringencia fuerte, color de interferencia rojo, exfoliación en una dirección, alteración a clorita, pleocroica, exfoliación basal perfecta. Inclusiones de epidota.

**CLORITA:** pleocroísmo azul-berlín bien definido. Alteración de biotita.

**AUGITA:** color castaño, cristales prismáticos, exfoliación a 90, relieve alto, birrefringencia moderada y colores de interferencia de segundo orden.

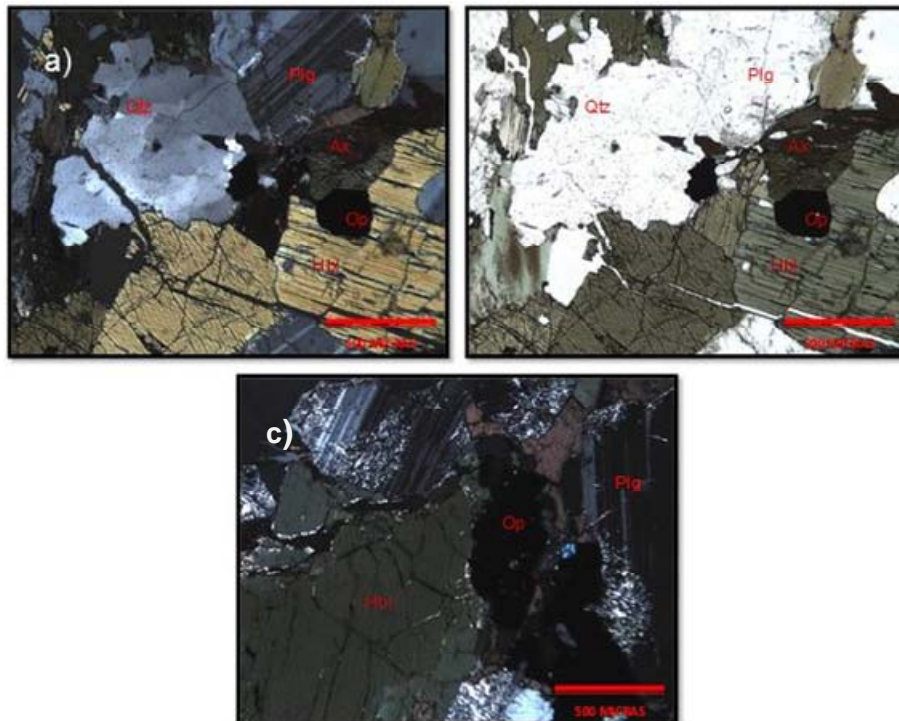
**ESFENA:** cristales euhedricos, relieve muy alto, exfoliación en partición, birrefringencia extrema. Residual.

**HORNBLENDA:** hábito prismático, relieve alto, pleocroísmo castaño, color marrón. Se le observa maclas simples y polisintéticas, una exfoliación en dos direcciones, color de interferencia de segundo orden. Fracturas intra-cristalinas e inter-cristalinas con calcita en las fracturas.

**APATITOS:** Accesorio primario en cristales xenomórficos finos máficos, en cristales delgados varillas dispersas.

**OBSERVACIONES:** se observa uralitizacion.

### **ANEXO FOTOGRAFICO**





**Figura 37.** Características mineralógicas de la tonalita. **37a)** Se observa cuarzo (Qtz), plagioclasa (Plg), minerales opacos (Op), hornblenda (Hbl) y augita (Ax); Imagen a 4X muestra IGM-10180; nicoles cruzados. **37b)** Imagen a 4X muestra IGM-10180; nicoles paralelos a la imagen 37a. **37c)** Se observa minerales opacos (Op), hornblenda (Hbl) y plagioclasa (Plg); Imagen a 4X muestra IGM-10180; nicoles cruzados.



## **Anexo B. Análisis metalográfico**

**No Sección:** IGM 50001483

**Observaciones generales:** Se encuentra pirita, magnetita e ilmenita. La pirita está diseminada en espacios intercristalinos; mientras que la magnetita e ilmenita generalmente están asociadas a planos de exfoliación de minerales micáceos o como inclusiones, también se observa exsolución entre las dos fases minerales.

### **Descripción de minerales**

**Pirita:** Se encuentra como pequeños cristales menores a 10 micras con formas redondeadas anhedrales.

**Magnetita:** Son cristales con tamaño promedio de 15 micras con forma subhedral a anhedral, asociado a ilmenita.

**Ilmenita:** Corresponde a cristales entre 15 y 30 micras con formas euhedrales a subhedrales y hábito fibroso o cristales prismáticos delgados.

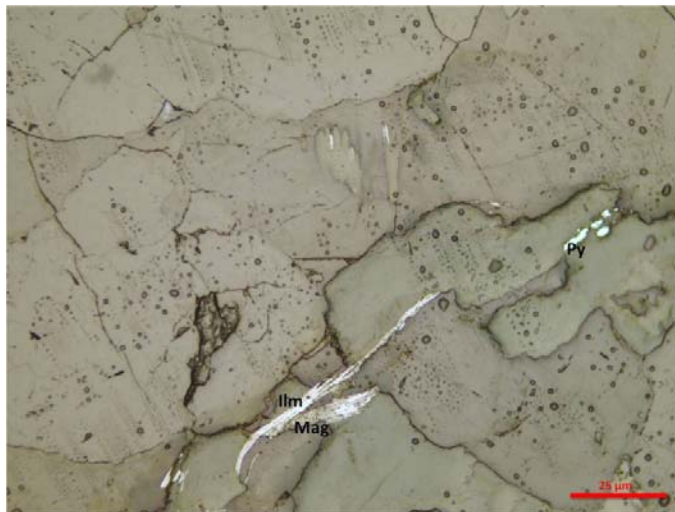
**Textura general:** Mineralización diseminada y de relleno en espacios intercristalinos

**Texturas específicas:** de exsolución

**Secuencia paragenética:** 1) Pirita

2) Magnetita – Ilmenita (depositación simultánea)

**Porcentajes:** Pirita < 1% - Magnetita ~2% - Ilmenita <1%. Relación mineral 2:1



Mineralización diseminada  
rellenando espacios  
intercristalinos

**No Sección:** IGM 50001487

**Observaciones generales:** La asociación mineral está formada por pirita, calcopirita, tenantita y calcosina. La pirita se encuentra diseminada, la calcopirita se presenta como inclusiones dentro de la pirita, la tenantita está asociada a reemplazamiento de pirita principalmente aunque también es diseminada y la calcosina se presenta como producto de alteración supergénica de la tenantita.

### Descripción de minerales

**Pirita:** Se encuentran cristales de 20 micras y mayores con formas subhedrales, ocasionalmente tienen microgrietas y pueden presentar texturas en corona como bordes de reacción.

**Calcopirita:** Se presenta como inclusión en pirita con tamaños entre 5 y 12 micras con forma anhedral.

**Tenantita:** Corresponde a cristales de 10 hasta 20 micras anhedrales, generalmente con textura de reemplazo asociado a la pirita y con parches de alteración de calcosina.

Calcosina: Son cristales con tamaños menores a 7 micras, anhedrales distribuidos en parches sobre la tenantita y ocasionalmente rellenando grietas.

**Textura general:** Mineralización diseminada

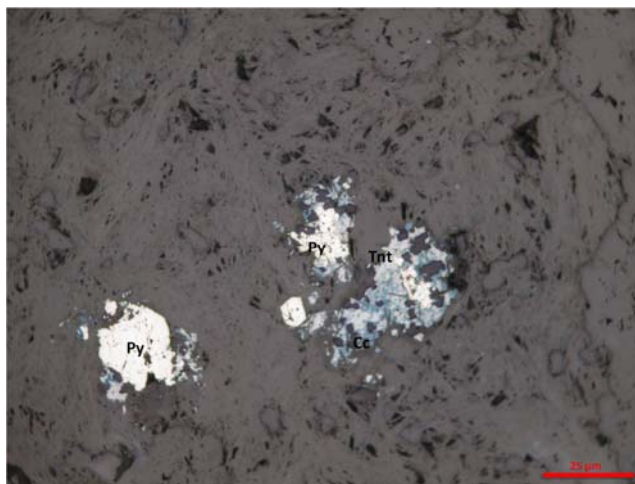
**Texturas específicas:** Inclusiones y de reemplazamiento

**Secuencia paragenética:** 1) Pirita

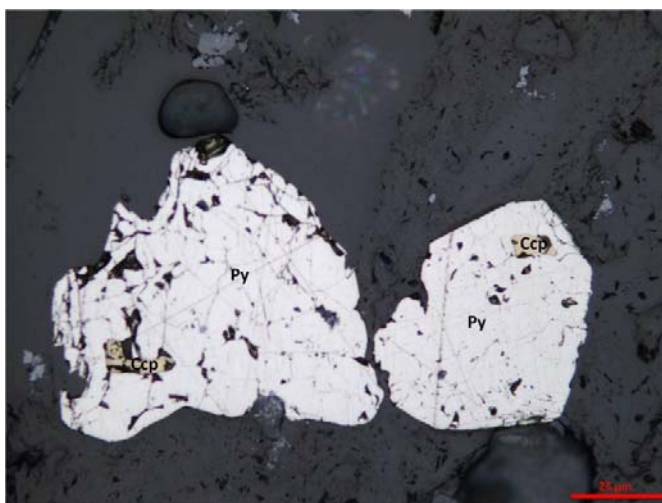
2) Calcopirita – Tenantita

3) Calcosina

**Porcentajes:** Pirita 6% - Calcopirita <1% - Tenantita 1% - Calcosina <1%



Asociación mineral; texturas de reemplazo Py-Tnt y Tnt-Cc



Asociación mineral; inclusiones de Ccp en Py



Textura en corona o borde de reacción en Py

**No Sección:** IGM 50001491

**Observaciones generales:** Se encuentra pirita, calcopirita y hematita. La pirita y la calcopirita están distribuidas en forma diseminada; mientras que la hematita generalmente está asociada a patinas de oxidación de los minerales que forman la roca y se encuentra en los bordes de los cristales.

### **Descripción de minerales**

**Pirita:** Se encuentra como pequeños cristales menores a 5 micras con formas redondeadas anhedrales.

**Calcopirita:** Son cristales con tamaños inferiores a 2 micras con forma subhedral.

**Hematita:** Corresponde a cristales que alcanza tamaños hasta 30 micras con formas anhedrales.

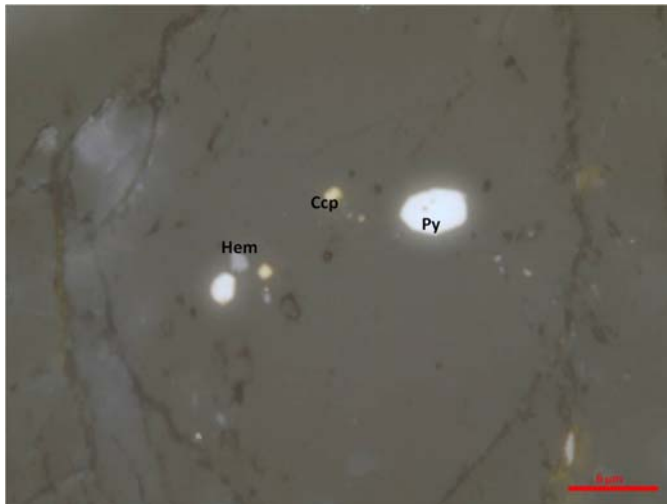
**Textura general:** Mineralización diseminada

**Texturas específicas:**

**Secuencia paragenética:** 1) Pirita - Calcopirita

2) Hematita

**Porcentajes:** Pirita 1% - Hematita 2% - Calcopirita <1%



Asociación mineral,  
cristales de grano muy fino  
diseminados



Hem asociada a bordes  
de oxidación.

**No Sección:** IGM 50001492

**Observaciones generales:** Los minerales opacos corresponden a magnetita e ilmenita. La magnetita se encuentra como inclusión euhedral dentro de minerales micáceos y la ilmenita está asociada a los bordes de la magnetita como exsolución.

### Descripción de minerales

**Magnetita:** Son cristales con tamaño promedio de 10 micras con forma euhedral y hábito prismático-tabular incluido en minerales micáceos.

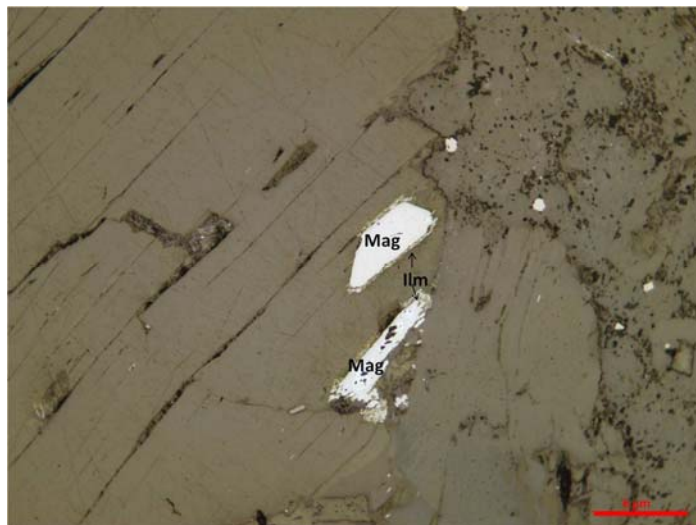
**Ilmenita:** Corresponde a cristales menores a 5 micras con forma anhedral asociados a los bordes de los cristales de magnetita.

**Textura general:** De relleno en espacios abiertos

**Texturas específicas:** Inclusiones y de exsolución

**Secuencia paragenética:** Magnetita – Ilmenita (deposición simultánea)

**Porcentajes:** Magnetita 2% - Ilmenita <1%. Relación mineral 3:1



Inclusiones euhedrales de Mag con textura de exsolución con Ilm



*SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO*



*UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER*

## **Anexo C Mapa de Puntos en Pdf**