



REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

ISSN 0121-8425



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN
GEOCIENTÍFICA MINERO - AMBIENTAL Y NUCLEAR

www.ingominas.gov.co



**CATÁLOGO DE LAS UNIDADES
LITOESTATIGRÁFICAS DE COLOMBIA**

NEIS DE ANORÍ

Por

Humberto González I.

COMISIÓN ESTRATIGRÁFICA DE INGEOMINAS

**REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACION E INFORMACION
GEOCIENTIFICA MINERO – AMBIENTAL Y NUCLEAR**

INGEOMINAS

**CATALOGO DE LAS UNIDADES
LITOESTRATIGRAFICAS DE COLOMBIA**

NEIS DE ANORÍ

Por:

HUMBERTO GONZALEZ I.

2002

<p style="text-align: center;">CATÁLOGO DE LAS UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS DE COLOMBIA</p>	<p style="text-align: center;">PALEOZOICO SUPERIOR</p>	<p style="text-align: center;">NEIS DE ANORÍ (Ortoneis del Río Anorí) (Pznan) Cordillera Central Departamento de Antioquia Humberto González I.</p>
--	---	--

PROPONENTE DEL NOMBRE

GONZÁLEZ, H., este trabajo (GONZALEZ, 1992).

La International Subcommission on Stratigraphic Classification - ISSC (1987, 1994) sugiere que la nomenclatura de las unidades litoestratigráficas metamórficas se haga con base en la naturaleza de la estructura metamórfica que caracteriza el cuerpo y la localidad geográfica donde éste se encuentra; de acuerdo a estas sugerencias se propone en este trabajo el termino de Neis de Anorí para el cuerpo descrito por González (1992) como Ortoneis del Río Anorí, ya que en esta nomenclatura se involucra el origen y, además, el termino geográfico río es mucho más amplio y en él se encuentran unidades de diferente naturaleza que podrían inducir a dificultades de localización; los mejores afloramientos de la unidad se encuentran en la parte baja del río Anorí hasta su desembocadura al río Nechí. Además, esta nomenclatura permite individualizar este cuerpo dentro del conjunto de unidades similares descritas como neises intrusivos, intrusivos néisicos sintectónicos u ortoneises, en el sector septentrional de la Cordillera Central (Feininger et al., 1972; Hall et al., 1972; GONZÁLEZ, 1993, 1997).

PROVENIENCIA DEL NOMBRE Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

El nombre de la unidad se ha asignado con base en la estructura néisica predominante en el cuerpo metamórfico y del río Anorí, afluente del río Nechí, donde se encuentran las mejores y más continuas exposiciones y que se puede considerar como área tipo para la unidad. Esta región se encuentra

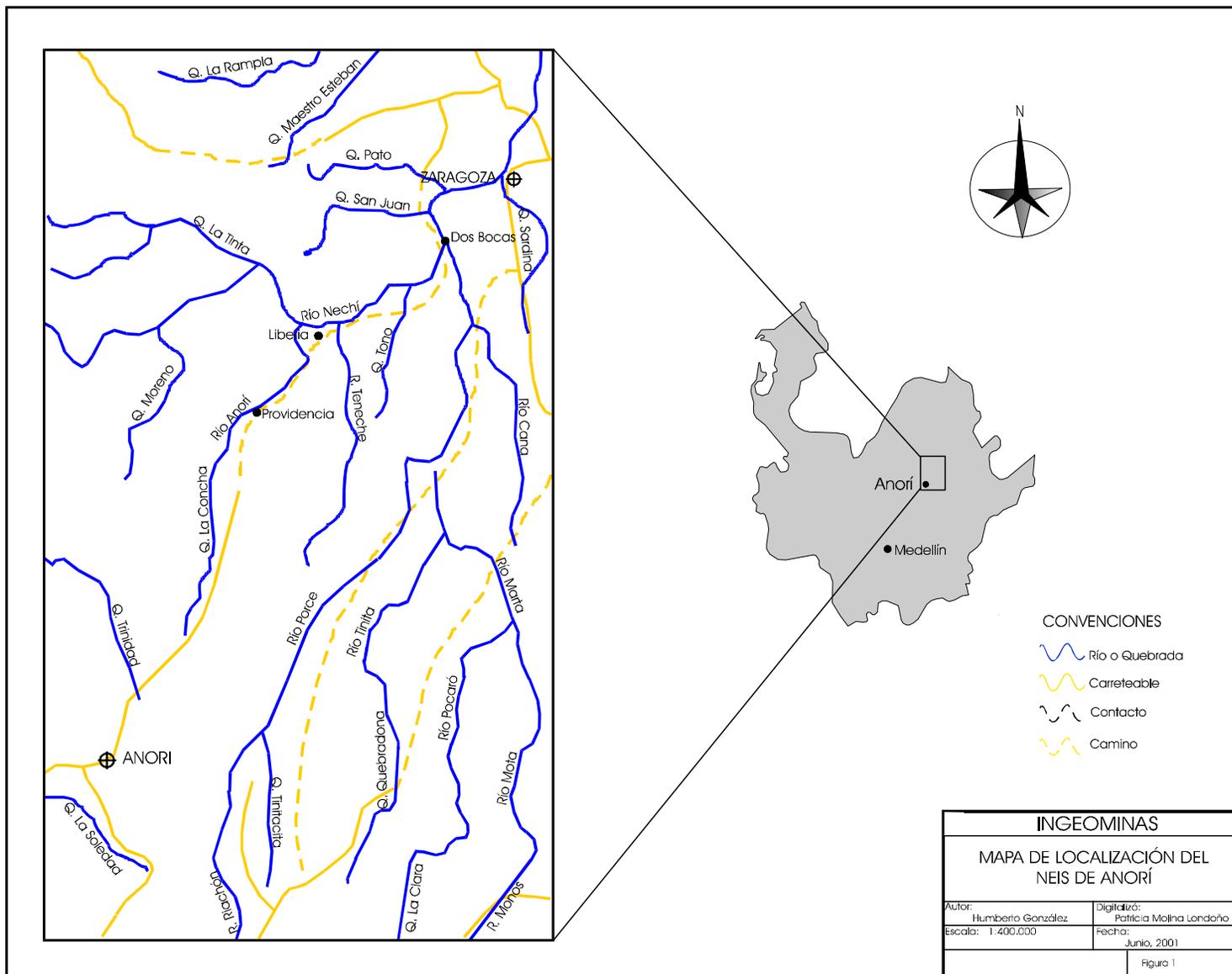
localizada sobre el sector septentrional de la Cordillera Central en la parte nororiental del Departamento de Antioquia (Figura 1) sobre las planchas 117 Amalfí y 106 Liberia, escala 1:100.000, del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC.

El acceso al área tipo se hace a través de la carretera Anorí – Dos Bocas y luego se toma el río Nechí hasta la desembocadura del río Anorí y por éste aguas arriba hasta Providencia, donde se encuentra la central hidroeléctrica y sitio a partir del cual empieza a aflorar la unidad néisica. La zona es de difícil acceso y sólo es posible hacerlo por la vía fluvial o a través de caminos de herradura que van hacia Anorí.

González (1992) indica que con la información cartográfica disponible, el Neis de Anorí se extiende como una faja continua de dirección norte-sur con una longitud de 40 km y una amplitud variable entre 2 y 8 km, que se estrecha hacia el norte donde es cortado por el río Nechí y en una extensión de 110 km². Se considera, además, que el cuerpo de forma triangular situado 12 km al suroeste del Liberia, es parte del cuerpo de Anorí, este tiene dirección N-15-W y una extensión aproximada de 12 km².

Según el mapa de la Plancha 106 Liberia (González, 1992), los afloramientos más septentrionales de esta unidad se encuentran sobre el río Nechí entre las desembocaduras de las quebradas Rosalinda al oeste y La Tinta al este mientras que las exposiciones más al sur se hallan en la Plancha 117-Amalfí (Feininger et al; 1970) en los nacimientos de la quebrada Gómez Plata, donde alcanza su máxima amplitud.

Otros sitios diferentes a los de la localidad tipo donde pueden observarse afloramientos



de esta unidad se encuentran, por facilidad de acceso, a lo largo de la carretera Anorí – Providencia – Dos Bocas , paralela al río Anorí, en el trayecto entre Madre Vieja y Providencia y en los ríos y quebradas que la drenan en la parte sur como el río Porce y las quebradas El Hatillo y Gómez Plata (Figura 1).

3. RESEÑA HISTÓRICA

El Neis de Anorí hace parte del conjunto de rocas graníticas con estructura néisica asociadas e intrusivas en las rocas metamórficas localizadas en el sector septentrional de la Cordillera Central y que, por lo general, han sido descritas en conjunto con diversas nomenclaturas y asignadas a diferentes eventos metamórficos desde el Precámbrico hasta el Mesozoico.

La primera mención a estos cuerpos metamórficos se encuentra en el trabajo de Scheibe (1919, publicado en 1933 como parte de la Compilación de Estudios Geológicos Oficiales en Colombia 1917 - 1933), quien se refiere a ellos como cuerpos graníticos (G) localmente con estructura néisica (Gn) y que constituyen gran parte del territorio entre los departamentos de Antioquia y Caldas, y encierran restos de las formaciones que intruyó el granito. Localmente, las rocas graníticas presentan estructura néisica o cataclástica y forman cuerpos que tienen más semejanza con un neis granítico o con un esquisto micáceo que con un granito en sí. En este caso, el cuerpo de granito inyectó los esquistos encajantes y forma venas finas en ellos; es de grano más fino y contiene láminas de moscovita y de grafito, y cristales de granate con escasa biotita y falta totalmente la hornblenda, lo cual permite diferenciarlos de las rocas graníticas de la parte central del departamento (Scheibe, 1993).

El mapa geológico que acompaña el trabajo de Scheibe (1933) muestra, entre Abejorral y Aguadas, algunos cuerpos (Gn) que corresponderían a algunas de las unidades cartográficas posteriormente como Neis de Abejorral y Pantanillo (González, 1976; 1980) y que considera que corresponden a granitos

de estructura néisica que deben su foliación probablemente, no a una transformación dinámica posterior a su cristalización, sino más bien a la presión confinante durante ésta y al proceso de intrusión posterior en los esquistos a través de los planos de separación. En el Alto de Minas, en este mismo mapa, indica la presencia de diabasas y gabros asociados a sedimentitas de la formación jura – triásica y de algunas rocas graníticas, pero no indica una estructura néisica en éstas.

Scheibe (1933) no hace una separación entre los granitos y granitos néisicos y les asigna por lo tanto, una edad similar y considera por las relaciones de campo que ambos son posteriores a la formación jura – triásica, y anteriores a la formación Carbonífera del Terciario, que en parte se encuentra recubriéndolos.

Grosse (1926) considera que el terreno fundamental arcáico, en el borde occidental de la Cordillera Central en el Departamento de Antioquia, fue intruido por plutones graníticos de edad prepaleozoica a paleozoica (?), pero con certeza pre – cretácica, pues no atraviesan la Formación Porfirítica del Jurásico – Cretácico y que, además, se caracterizan por haber sufrido un metamorfismo más o menos intensivo. Estos cuerpos, probablemente, pertenecen a períodos de intrusión y plegamiento de diferente edad, pues el metamorfismo puede variar de un cuerpo a otro. Este autor describe los cuerpos y la separa de acuerdo con sus características estructurales, composición y extensión, y los denomina como neises moscovíticos grandulares, granitos lenticulares, granitita lenticular e intrusivos menores de granito, granodiorita y diorita. Todos estos cuerpos son generalmente elongados en sentido de las estructuras regionales y presentan evidencias claras de un origen intrusivo conformación de aureolas de espesor variable en el contacto con las pizarras y filitas arcáicas, y se encuentra a menudo inclusiones de estas rocas transformadas en cornubianitas biotíticas (Grosse, 1926).

Radelli (1967) menciona la existencia en la parte norte de la Cordillera Central de granitos néisicos, migmatitas y neises de los cuales, los dos primeros grupos podrían corresponder a escamas tectónicas del zócalo, y el último a un producto de metamorfismo de areniscas arcósicas antiguas, pues algunas de estas rocas se encuentran íntimamente relacionadas a esquistos micáceos y es difícil determinar las relaciones entre ambas unidades, y en algunos casos separarlas, pues parecen ser transicionales. La composición predominante es granítica con cuarzo lenticular con estructura de mosaico formada por la agrupación de granos finos con apariencia detrítica y extinción ondulatoria, plagioclasa generalmente idiomórfica bien maclada, microclina xenoblástica peritítica y por moscovita y biotita en láminas orientadas que definen la estructura néisica de la roca .

Para Radelli (1967), el origen de estas rocas néisicas es dudoso pues si bien la textura y la composición con plagioclasa idiomórfica sugieren un origen ígneo, otras características texturales, como mosaicos de cuarzo y microclina xenoblástica, y la asociación – relación con esquistos micáceos, apoyan un origen sedimentario para el protolito. Entre Abejorral y Aguadas, sobre el flanco occidental de la Cordillera Central, menciona la presencia de rocas graníticas con estructura ligeramente néisica asociadas a esquistos micáceos con moscovita y que presentan la misma paragénesis y grado de metamorfismo que éstos, por lo cual considera que ambas unidades sufrieron el mismo evento de metamorfismo regional y que, por lo tanto, el cuerpo granítico no estaría relacionado a las Dioritas Andinas del Mesozoico que forman el núcleo de la cordillera.

El término de “neises intrusivos” fue introducido por Feininger et al. (1972) y Hall et al. (1972) para describir cuerpos de rocas graníticas de estructura néisica que presentan, de una manera clara, relaciones intrusivas con las rocas metamórficas de la Cordillera Central, tanto en el flanco oriental como en el occidental, al oeste de la Falla Palestina. Para estos autores, en estas rocas, aunque en

sección delgada muestran texturas metamórficas y sólo localmente y a nivel de afloramiento conservan las características estructurales de una roca ígnea, las evidencias de un origen intrusivo son múltiples: transgreden las estructuras de las rocas metamórficas encajantes y contienen xenolitos de éstas transformados en cornubianitas. De acuerdo a las relaciones de campo, consideran que son más jóvenes que las rocas metamórficas de la Cordillera Central y anteriores al Batolito Antioqueño del Cretácico Superior (Feininger et al., 1972).

En la descripción de las rocas ígneas de las planchas 167 Sonsón y 187 Salamina, González (1976; 1980) considera un grupo de rocas néisicas como “neises intrusivos” y dentro de ellos denomina Neis Intrusivo del Alto de Minas al cuerpo que aflora entre el Alto de Minas y El Retiro (Figura 1) y que recibe el nombre del primer sitio. Este cuerpo, en gran parte, se encuentra controlado tectónicamente por la Falla de San Jerónimo que lo separa de las rocas de afinidad oceánica de la Formación Quebradagrande, mientras que en el extremo sureste es intrusivo en esquistos cuarzo – sericíticos de los cuales se encuentran inclusiones en el neis y zonas migmatíticas de unos pocos metros de espesor. La composición varía entre granito y cuarzomonzonita. Por correlación con el Neis de Abejorral, se asignó al Paleozoico Superior (González, 1980), edad similar a la considerada para otros cuerpos néisicos en la Cordillera Central (Feininger et al., 1972; Hall et al., 1972; Botero, 1975; Barrero & Vesga, 1976).

Restrepo & Toussaint (1977; 1978) describen en la quebrada La Miel, al oriente del Municipio de Caldas en el Departamento de Antioquia, un conjunto de rocas metamórficas constituido por esquistos cuarzo – sericíticos, ortoneises moscovíticos y anfibolitas; de ellas, la unidad principal es el ortoneis que tiene una foliación constante en dirección norte – sur. Aunque en estos trabajos no recibe un nombre específico, lo

correlacionan con el Neis Intrusivo del Alto de Minas descrito por González (1976). En la quebrada, el ortoneis parece haber intruido la anfibolita lo que produjo una fuerte epidotización de la anfibolita y disminución en el tamaño del grano del neis. La edad obtenida para este cuerpo néisico (Restrepo & Toussaint, 1978) corresponde al límite Devónico – Carbonífero.

González (1992), en el mapa geológico de la Plancha 106 Liberia, indica varios cuerpos de ortoneises (Pni) que en la memoria denomina Ortoneis de Nechí, Ortoneis del río Anorí y Ortoneis de La Moreno, y es en el primer trabajo donde aparece individualizada esta unidad y cuya descripción efectúa en conjunto teniendo en cuenta sus similitudes petrográficas y de relaciones con las rocas metamórficas encajantes. El neis del río Anorí conforma un cuerpo alargado de unos 32 km de longitud y un ancho variable entre 3 y 8 km que se adelgaza hacia el norte, de estructura masiva a esquistosa, cuya composición varía de cuarzodiorítica a granítica, con efectos claros de deformación por efectos protoclasticos y aunque en sección delgada presentan, por lo general, texturas metamórficas, considera, por evidencias de campo y texturales, que es de origen ígneo intrusivo, cuya estructura néisica se produjo durante el emplazamiento en las rocas metamórficas cuando el magma no estaba totalmente solidificado y tenía un comportamiento plástico. Por correlación con cuerpos néisicos similares datados radiométricamente en el sector septentrional de la Cordillera Central, considera que estas intrusiones se produjeron durante el Paleozoico tardío – Triásico y afectaron metasedimentitas de bajo grado de metamorfismo formadas probablemente durante la Orogenia Caledónica.

Restrepo et al. (1991), al hacer algunas precisiones sobre la geocronología del occidente colombiano, discuten y analizan las edades isotópicas obtenidas tanto para el Neis de La Miel, como para otros cuerpos

néisicos correlacionables y consideran que estas evidencian un período de magmatismo en la Cordillera Central en el intervalo Devónico – Carbonífero, durante el cual se producen intrusiones graníticas sintectónicas. Sin embargo, aunque en diferentes trabajos se han considerado estos cuerpos como coetáneos (Radelli, 1967; Feininger et al., 1972; Hall et al., 1972; González, 1980), la recopilación de las edades disponibles (Maya, 1992) indica dos rangos de valores: uno alrededor de 350 Ma, acorde por la edad planteada por Restrepo et al., (1991) y otro alrededor de 210-240 Ma que correspondería a un evento relacionado a la Orogenia Hercínica del Pérmico – Triásico. Toussaint (1993) considera que todos estos cuerpos pudieron haberse formado durante la Orogenia Acadiana (edades alrededor de 350 Ma) y que las edades del segundo grupo serían consecuencia de un recalentamiento durante la Orogenia Hercínica que se refleja tanto en las edades por K/Ar como por Rb/Sr.

Las dataciones radiométricas en el rango Pérmico – Triásico indicarían, por lo tanto, que la tectogénesis hercínica estuvo acompañada en la parte septentrional de la Cordillera Central, Terreno Tahamí, en el sentido de Toussaint (1993), por un evento metamórfico que se detecta tanto en metamorfitas que a este momento ya habían estado sometidas a un evento metamórfico, probablemente Acadiano (Restrepo et al., 1991; Toussaint, 1993) como en plutones tardi y post – tectónicos como los neises de Abejorral y Pantanillo (González, 1980) y cuerpos correlacionables (González, 1997) y guarda la posibilidad que algunos de estos cuerpos se hayan metamorfoseado por primera vez durante este evento permio – triásico.

Los mapas geológicos regionales muestran el Neis de Anorí dentro del conjunto de intrusivos néisicos – Pni (INGEOMINAS, 1979) o de los Intrusivos Néisicos Sintectónicos – Pzin (Gonzalez et al., 1997) del Paleozoico superior, separados por su posición geográfica, y cuyas características petrográficas, relaciones y edad se discuten

en conjunto (González, 1997), ya que presentan más características comunes que diferencias. El mapa geológico de Colombia (INGEOMINAS, 1988) incluye los cuerpos de neises en el conjunto de rocas metamórficas paleozoicas de la Cordillera Central.

4. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

El Neis de Anorí hace parte del conjunto de intrusivos néisicos sintectónicos localizados sobre ambos flancos del sector septentrional de la Cordillera Central (Figura 2) y que han sido denominados globalmente como Neises Intrusivos (Feininger et al., 1972; Hall et al., 1972; González, 1976; 1980; Barrero & Vesga, 1976) o como Intrusivos Néisicos Sintectónicos (González, 1993; 1997) y que aunque en particular puedan presentar algunas diferencias composicionales, de posición estructural o de edad, han sido descritos en conjunto, ya que son más las características en común.

El Neis de Anorí constituye un cuerpo elongado en dirección norte – sur a N12°W localizado sobre el flanco occidental de la Cordillera Central con una extensión aproximada de 110 km². Por lo general, presenta una meteorización intensa en los cortes de los caminos y en la carretera a Dos Bocas y por ello en varias zonas ha sido cartografiado con base en el suelo areno – arcilloso de color crema, con abundantes granos de cuarzo que deja al meteorizarse.

En la parte norte, a lo largo del río Nechí, está limitado por el stock diorítico de La Tinta y por esquistos micáceos intercalados con cuarcitas; al este, el contacto con rocas metamórficas del Complejo Cajamarca es en su gran parte fallado, mientras que al occidente el contacto con estas rocas en parte está marcado por la Falla de La Concha a lo largo de unos 10 km y en el borde sur es intrusivo en neises feldespáticos y aluminicos de medio grado de metamorfismo (Figura 3). En los contactos intrusivos son comunes digitaciones del neis en las metapelitas, en

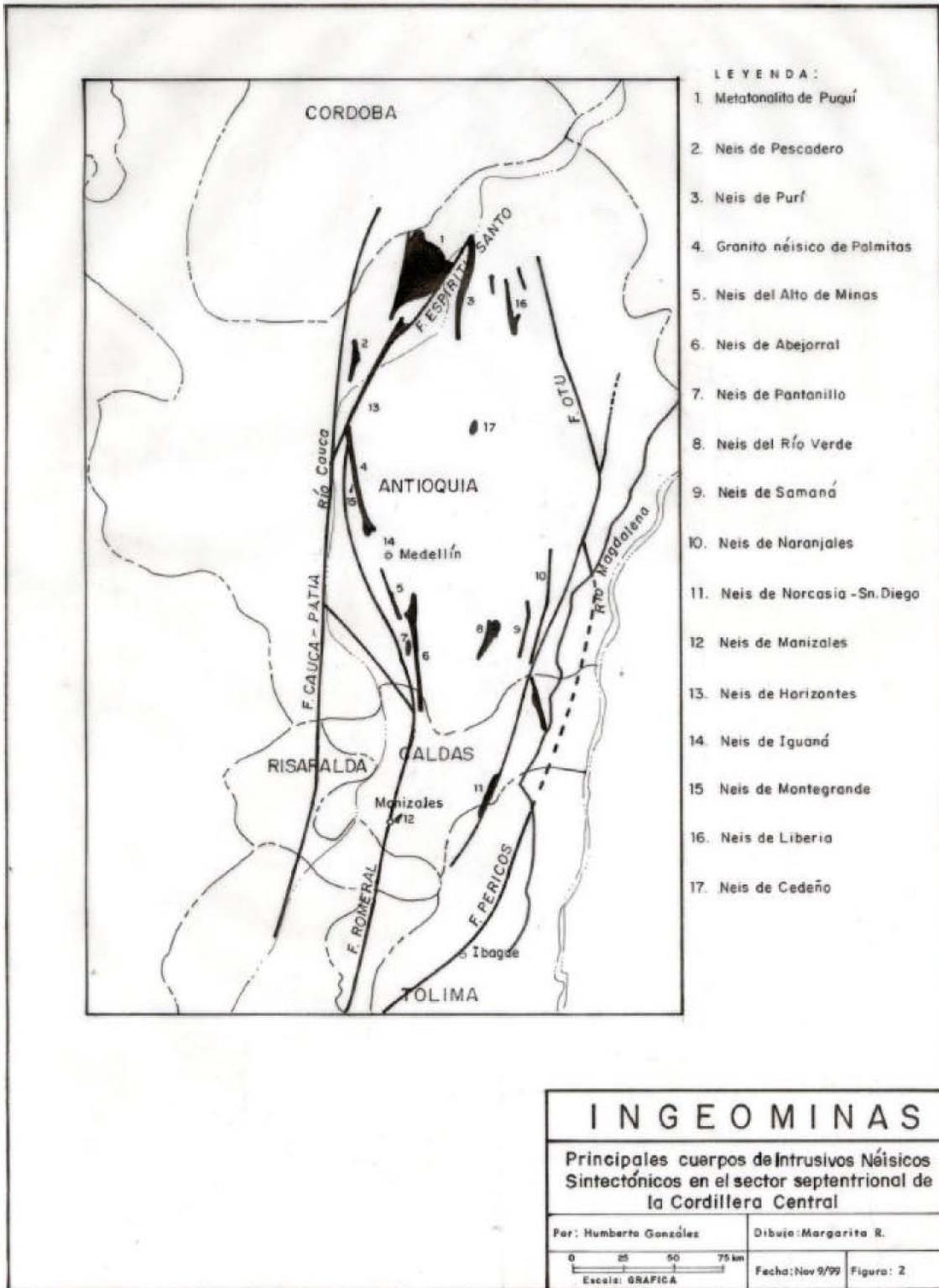
forma de bandas replegadas concordantes con la foliación de los esquistos.

Macroscópicamente, las rocas de este cuerpo son de color amarillo pálido a blanco o crema y toma tonos parduscos o rojizos por efectos de oxidación de minerales ferromagnesianos y, a veces, un tono verdoso debido a la abundancia de clorita retrógrada y epidota. El tamaño de los cristales varía de medio a grueso-granular y a grano fino cerca de las zonas de contacto; presenta una foliación fina definida por la orientación subparalela de minerales micáceos que se intercalan con agregados cuarzo – feldespáticos gruesos y largos. En algunas muestras, especialmente en los contactos, esta foliación deja de ser clara y la estructura es masiva similar a la de una roca ígnea, y en zonas de cizalladura se ha desarrollado una estructura esquistosa concordante con la foliación general del cuerpo.

La descripción petrográfica de este cuerpo está basada en los trabajos de González (1992), Feininger et al. (1972) y en las descripciones de algunas secciones delgadas no publicadas que se encuentran en los archivos de INGEOMINAS Medellín y Empresas Públicas de Medellín. La textura predominante es grano – lepidoblástica a porfiroblástica con una orientación clara de los porfiroblastos y de láminas de mica, sin deformación notoria, probablemente por efectos proclásticos.

En la Tabla 1 se pueden observar análisis modales de rocas características de este cuerpo, así como la composición promedia calculada con base en los análisis disponibles. La Figura 4 muestra que la composición modal varía entre granito y cuarzomonzonita pobre en máficos, con cuarzo, plagioclasa y microclina en proporciones variables como minerales esenciales y biotita, moscovita y granate como caracterizantes (Tabla 1).

El cuarzo es granoblástico en cristales anhedrales elongados y limpios con bordes suturados y su dimensión mayor paralela a la foliación de la roca, con extinción ondulatoria



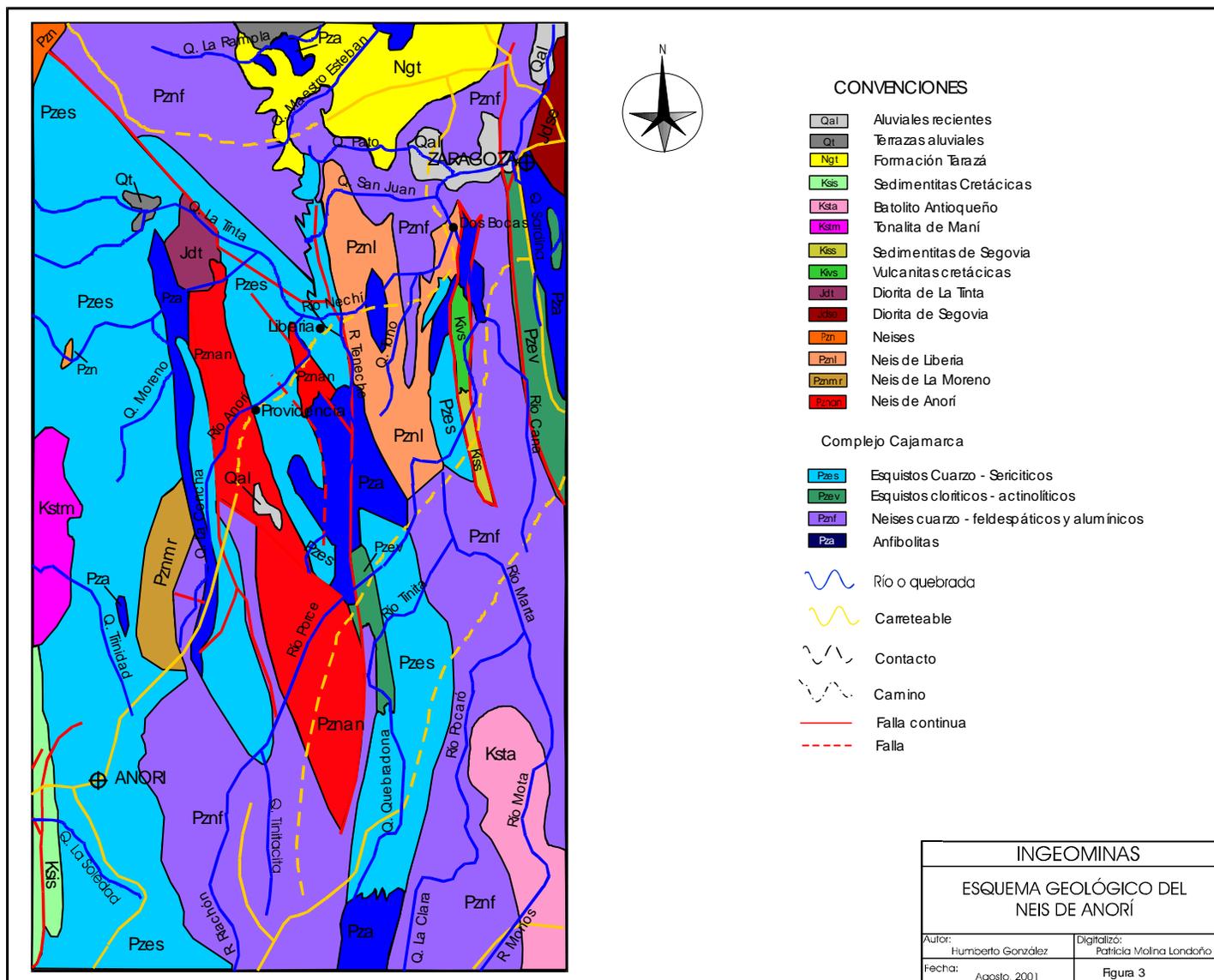


Tabla 1. Análisis modales y composición promedia del Neis de Anorí

MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Cuarzo	21,6	20,4	30,1	33,1	28,4	26,9	25,6	31,2	33,5	34,1	22,9	23,8	29,6	31,1	30,3	30,1	28,29
Ortoclasa	32,2	30,3	20,1	15,4	25,0	27,4	29,3	9,6	25,3	19,0	25,9	24,5	16,3	21,5	19,8	24,6	21,88
Microclina	-	-	9,3	2,4	Tr	-	-	6,1	1,3	-	-	Tr	0,8	2,1	3,6	0,9	1,66
Plagioclasa	31,9	37,4	26,9	34,1	28,5	31,9	33,7	39,3	27,4	29,9	40,4	37,6	35,9	33,9	32,8	36,1	33,61
Biotita	12,1	9,6	10,4	9,5	11,3	12,4	9,5	8,7	9,9	12,3	13,1	10,5	14,2	9,0	10,3	11,1	10,87
Moscovita	0,6	1,5	2,1	3,0	2,6	0,9	0,7	1,6	-	1,6	Tr	-	0,5	0,9	1,2	0,7	1,19
Granate	-	-	0,5	1,6	2,1	-	Tr	-	-	-	2,4	3,1	-	-	-	Tr	0,6
Sillimanita	-	-	-	-	1,2	-	-	-	-	-	0,9	Tr	-	-	-	-	Tr
Cordierita	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-	0,1	-	Tr	1,2	-	-	-	Tr
Opacos	0,3	0,4	0,3	0,6	0,1	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,6	0,1	0,2	0,4	0,36
Circón	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	0,1	Tr	Tr	Tr	0,1	Tr	Tr	-	Tr	Tr	Tr
Apatito	0,1	Tr	0,1	0,2	0,2	Tr	0,1	Tr	0,1	Tr	Tr	0,1	Tr	0,1	0,1	0,1	0,1
Rutilo	Tr	-	-	-	Tr	Tr	Tr	-	-	Tr	-	-	Tr	Tr	-	Tr	Tr
Turmalina	-	-	0,2	-	-	-	-	0,3	Tr	-	-	-	Tr	-	-	-	Tr
Clorita	1,2	0,4	Tr	Tr	-	-	-	2,6	1,9	1,4	Tr	Tr	0,9	1,2	1,6	0,9	0,76
Esfena	0,2	Tr	Tr	0,1	Tr	Tr	0,3	Tr	0,1	0,2	0,1	0,1	Tr	0,1	0,1	0,1	0,08
An Plagioclasa	24	30	36	28	26	24	20	32	36	30	28	26	24	32	34	30	28,75

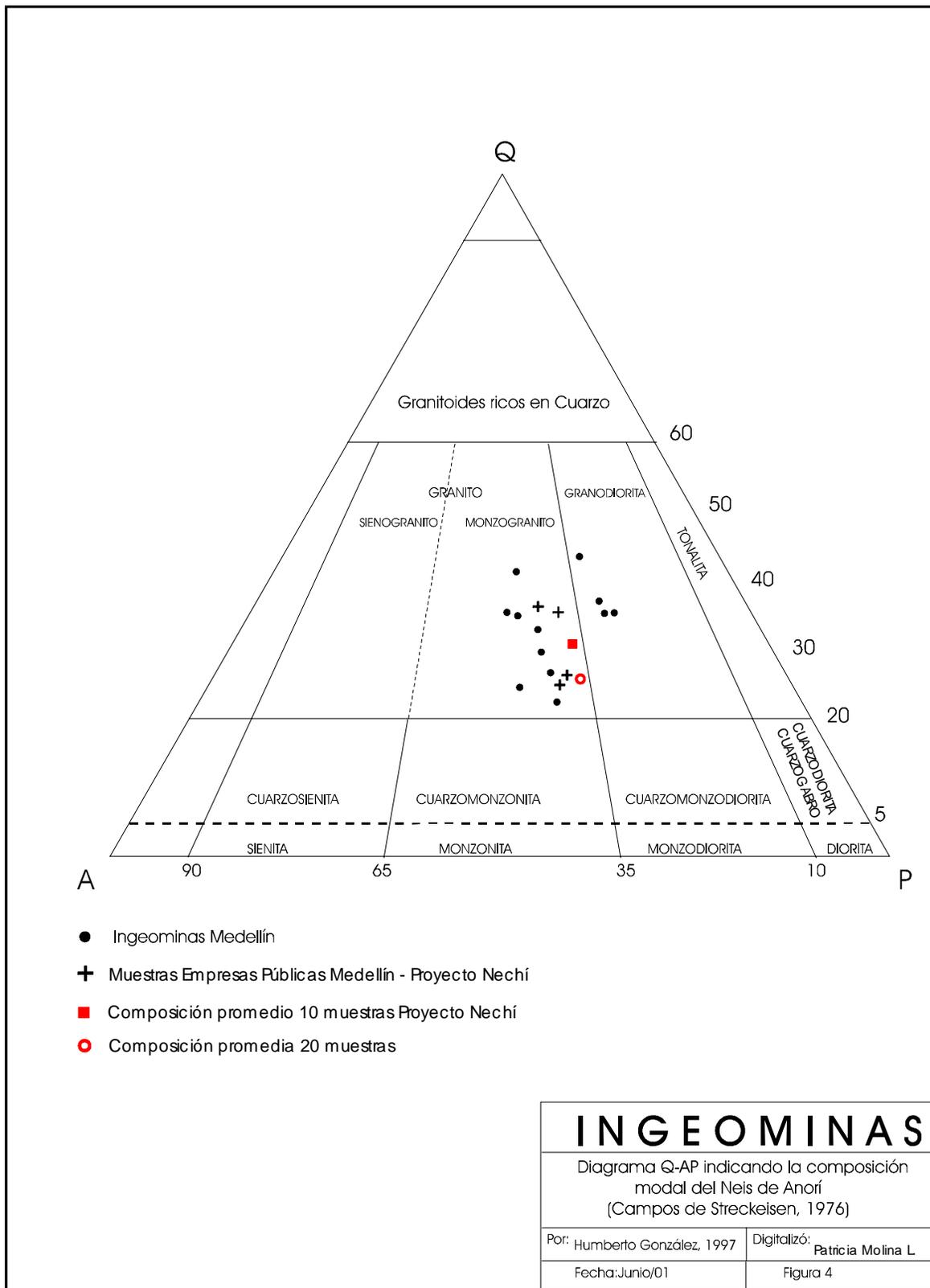
T.r.: trazas

Muestras 1-10 Ingeominas

Muestras 11-15 Muestras Proyecto Nechí Empresas Públicas de

16 Promedio 10 muestras Proyecto

17 Composición promedia 20 muestras Inaeominas Provento



fuerte y fracturado. El feldespato potásico predomina sobre la plagioclasa, aunque la relación entre estos minerales es variable, se presenta en cristales subidiomórficos de hábito tabular de tamaño variable que alcanzan hasta 1,5 cm en algunos porfiroblastos, presenta restos de maclas según Carlsbad y estructura en parrilla, lo que parece indicar que originalmente fue ortoclasa invertida a microclina, y alteración incipiente a caolín que le da un aspecto empolvado. La plagioclasa, al igual que la microclina y el cuarzo, está orientada con su dimensión mayor paralela a la foliación de la roca, parcialmente caolinizada, de hábito tabular maclada debilmente según Albita y Albita – Carlsbad y de composición oligoclasa.

Biotita predomina sobre moscovita, se encuentra en láminas alargadas subhedrales orientadas que definen la estructura metamórfica de la roca y aparece tanto en láminas aisladas como en forma de agregados orientados según la foliación; en algunas muestras bordea cristales de plagioclasa y aparece flexionada con extinción ondulatoria y con cloritización incipiente a lo largo de los planos de clivaje, pleocroica de X = amarillo a Y = Z = pardo rojizo fuerte y presenta inclusiones de circón con halo pleocroico.

En la mayoría de las muestras se presenta clorita como mineral retrógrado según biotita o de granate, ocurre en láminas irregulares, sucias con bordes manchados por oxidación y extinción ondulatoria que forman agregados como abanicos de láminas individuales, tanto orientadas en el sentido de la foliación como dispuestas al azar. Granate se encuentra esporádicamente en cristales anhedrales dispersos o asociados a lámina de biotita y, por lo general, está fracturado con cloritización a lo largo de los planos de fractura y en los bordes, y quedan como islas en masas de clorita.

Como minerales accesorios se encuentran cristales diseminados de magnetita, esfena, apatito y circón, y rutilo como inclusiones en biotita. Epidota se encuentra ocasionalmente como mineral secundario en venas o disperso, lo mismo que calcita.

Tanto las características texturales como la composición mineralógica, apoyan un origen ígneo plutónico para este cuerpo, sometido a un proceso dinamotérmico regional que desarrolla una estructura néisica por efectos, en gran parte, protoclasticos durante su emplazamiento en las rocas metamórficas.

4.1 METAMORFISMO

Los minerales esenciales del Neis de Anorí son heredados del protolito granítico, por lo cual es difícil determinar las condiciones del metamorfismo regional. Sólo ocasionalmente se ha reportado la presencia de granate, pero no se conoce su composición y, además, su aparición pudo haber sido controlada más por efectos de asimilación y contaminación de la roca encajante que por las condiciones de metamorfismo que afectaron el cuerpo granítico.

La paragénesis heredada está definida por la asociación: microclina (según ortoclasa) – oligoclasa – cuarzo – moscovita (\pm biotita), en la cual la estabilidad de oligoclasa – moscovita – biotita elimina las condiciones extremas del alto y bajo grado de metamorfismo (Bucher & Frey, 1994). Sin embargo, a pesar de poder eliminar los casos extremos de metamorfismo, las fases minerales presentes son estables en un amplio rango de P-T, desde las de bajo hasta las de medio grado, en facies esquisto verde y anfíbolita. El proceso metamórfico se facilitó por la actividad tectónica y en ausencia de deformación penetrativa, el cuerpo granítico conservó, en gran parte, la estructura ígnea. Tampoco la mineralogía que desarrolló el neis es índice para definir el tipo bárico, ya que ésta es posible encontrarla tanto en el metamorfismo de baja presión como en el de media presión.

Al metamorfismo regional se superpusieron localmente efectos de metamorfismo dinámico, evidenciados por cambios texturales tanto en la roca como en minerales, especialmente en el cuarzo que se presenta elongado, fracturado y con extinción ondulatoria fuerte y en las micas que

aparecen flexionadas y con extinción ondulatoria.

Efectos de metamorfismo retrógrado son evidentes tanto en los feldespatos como en la biotita y dan asociaciones estables en condiciones de baja T-P indicadoras de procesos de hidratación como resultado de una disminución en la temperatura o de un aumento en la presión de H₂O durante las diferentes etapas del metamorfismo regional (Bucher & Frey, 1994). Los cambios principales son sericitización – caolinización de feldespatos y cloritización de la biotita.

POSICIÓN ESTRATIGRÁFICA Y EDAD

El Neis de Anorí está relacionado hacia el este con las rocas metamórficas del flanco este de la Cordillera Central (Feininger et al., 1972) que hacen parte del Complejo Cajamarca en el sentido de Maya & González (1995) y en gran parte al oeste está limitado tectónicamente por la Falla de La Concha con rocas metamórficas de este mismo complejo (Figura 3). En el extremo norte, a lo largo del río Nechí, es intruido por rocas dioríticas del stock de La Tinta, considerado por correlación con el Batolito de Segovia de edad jurásica (González, 1992). En el borde suroeste es intrusivo en neises feldespáticos y alumínicos, y se encuentran inclusiones de las rocas más alumínicas transformadas en cornubianitas y en el extremo noroeste en el contacto con cuarcitas y esquistos micáceos intercalados, se observa desarrollo de andalucita en los esquistos y son comunes digitaciones del neis, en forma de bandas replegadas regularmente, concordantes con la foliación de los esquistos.

Las evidencias más claras del carácter intrusivo del cuerpo néisico con otras rocas metamórficas se encuentran en el borde norte del cuerpo a lo largo del río Nechí; el neis es de grano fino y presenta una foliación más evidente producida posiblemente por efectos protoclasticos y corresponde a una facies de borde más rica en biotita que hace más evidente la foliación y se observan diques o filones de neis tanto en los esquistos como en

las cuarcitas. Es más difícil determinar la naturaleza del contacto con los neises feldespáticos, pues su composición es muy similar a la del ortoneis por la ausencia de sus minerales susceptibles a cambios notorios por efectos térmicos.

Por lo general, los contactos son muy rectos tanto al este como al oeste y el cuerpo se caracteriza por una forma elongada de dirección N-S a N 10°W concordante con las estructuras regionales en las metamorfitas encajantes; además, la composición granitoide y la naturaleza de los contactos implican que este cuerpo se formó por metamorfismo dinamotérmico regional de un cuerpo granítico sintectónico emplazado en la parte superior de una secuencia metamórfica.

Un evento metamórfico del Devónico – Carbonífero ha sido claramente establecido en el sector septentrional de la Cordillera Central por medio de isócronas en los ortoneises del Alto de Minas o Neis de La Miel (Restrepo & Toussaint, 1984; Restrepo et al., 1991) y Samaná (Cossio et al., 1987; Restrepo et al., 1991), pero también existen numerosas dataciones, principalmente K/Ar, en el rango Pérmico – Triásico (Tabla 2) que podrían indicar tanto un evento metamórfico diferente relacionado a la Orogenia Hercínica como un rejuvenecimiento isotópico debido a este evento, que se reflejaría tanto en las edades K/Ar como Rb/Sr. Aunque no existen edades isotópicas para el Neis de Anorí, éste presenta características estructurales, composición y relaciones estratigráficas similares a las de los cuerpos para los cuales se han efectuado dataciones isotópicas (Tabla 2) y cuyas edades radiométricas están comprendidas en el intervalo Devónico – Triásico. Aunque existen evidencias geológicas para algunos de estos cuerpos, como el de Abejorral (González, 1980) que indican que las rocas deben ser más antiguas que la edad obtenida, que puede corresponder, en este caso, a un recalentamiento regional que produjo una

Tabla 2. Edades isotópicas en intrusivos néisicos sintectónicos de la Cordillera Central.

UNIDADES	MÉTODO	MINERAL	OBSERVACIONES	EDAD	REFERENCIA
Neis de Abejorral	K-Ar	Biotita		207±5	GONZALEZ, 1976, 1980
Neis de Alto de Minas (1)	K-Ar	Moscovita		331±28	RESTREPO et al., 1991
Neis de Alto de Minas	K-Ar	Moscovita		343±12	RESTREPO & TOUSSAINT, 1978
Neis de Alto de Minas	Rb-Sr	Isócrona	RI: 0.7157	388±12	RESTREPO et al., 1991
Neis de Samaná	Rb-Sr	Isócrona	RI: 0.7054	346±23	RESTREPO et al., 1991
Neis de Naranjales	K-Ar	Biotita		205±7	BARRERO & VESGA, 1976
Neis de Puquí	Rb-Sr	Isócrona	RI:0.709	314	RESTREPO et al., 1991
Neis de Pescadero	Rb-Sr	Isócrona	RI: 0.7086	253±10	RESTREPO et al., 1991
Neis de Puquí	K-Ar	Biotita		210±11	RESTREPO et al., 1991
Neis de Puquí	K-Ar	Biotita		218±8	RESTREPO et al., 1991
Neis de Puquí	K-Ar	Biotita		285±12	RESTREPO et al., 1991
Metatonalita Puquí	K-Ar	Biotita		239±7	HALL et al., 1972
Metatonalita Puquí	K-Ar	Moscovita		214±7	HALL et al., 1972
Metatonalita Puquí	K-Ar	Biotita		220	BOTERO, 1975
Metatonalita Puquí	K-Ar	Biotita		211	BOTERO, 1975
Tonalita de Puquí	Rb-Sr	Isócrona	RI: 0.70738	258±23	ORDOÑEZ, 1997
Neis de Puquí	Rb-Sr	Isócrona	RI: 0.71097	286±18	ORDOÑEZ, 1997
Neis Anfibolita de Padua	K-Ar	Hornblenda		200±40	BARRERO & VESGA, 1976
Neis Anfibolita de Padua	K-Ar	Hornblenda		226±10	VESGA & BARRERO, 1978
Neis de Puquí	K-Ar	Biotita		248±10	TOUSSAINT, 1978
Granito Néisico Palmitas	Rb-Sr			420±80	TOUSSAINT, 1978

(1). Neis de La Miel de Restrepo & Toussaint, 1978.

2. Neis de San Diego (Barrero & Vesga, 1976)

rehomogeneización isotópica que se refleja en el valor obtenido. De ser esto una relación regional, la edad de las neises correspondería a los valores más antiguos obtenidos por isocrona Rb/Sr en las neises de Samaná y Alto de Minas y estaría relacionada a la Orogenia Acadiana del Devónico, mientras que las edades más jóvenes, por lo general del Triásico, reflejarían el calentamiento regional durante la Orogenia Hercínica.

6. CORRELACIÓN

Sobre ambos flancos del sector septentrional de la Cordillera Central afloran cuerpos graníticos de dirección predominante norte sur, con estructura néisica, caracterizados tanto por su posición estructural como por su composición y relación intrusiva con las rocas metamórficas de esta cordillera (Complejo Cajamarca en el sentido de Maya & González, 1995). Estos cuerpos fueron cartografiados y descritos en conjunto como Neises Intrusivos (Feininger et al., 1972; Hall et al., 1972; González, 1976; 1980; Barrero & Vesga, 1976; Mosquera, 1978) o como intrusivos néisicos sintectónicos (González, 1993; 1997) y asignados al Paleozoico superior con base en las edades isotópicas disponibles para algunos de ellos (Tabla 2). Sin embargo, las edades actualmente disponibles para estos cuerpos (Maya, 1992) indican dos rangos de edades: uno que corresponde al Devónico y el otro al Pérmico – Triásico lo cual podría implicar o que existen dos períodos de intrusión o que las edades más jóvenes obtenidas en algunos de estos cuerpos, son el resultado de un ajuste isotópico como consecuencia de un recalentamiento durante la Orogenia Hercínica del Pérmico - Triásico.

No todos estos cuerpos néisicos tienen una nomenclatura formal y sólo en algunos de ellos se ha utilizado una localidad geográfica para su localización (González, 1980; 1993; Mosquera, 1978; Cossio & Viana, 1986), entre estos últimos correlacionables con del Neis Anorí se encuentran los neises de Abejorral, Pantanillo y Río Verde (González,

1980), los neises de Norcasia, San Diego y Padua (Barrero & Vesga, 1976); los de Samaná y Naranjales (Cossio & Viana, 1986); los neises de Liberia (Río Nechí) y La Moreno (González, 1992) y el neis de Manizales (González, 1993). Algunos neises localizados cerca de Medellín, como los de Palmitas y La Iguañá (Restrepo et al., 1991; Toussaint, 1993) y el de Pescadero (Restrepo et al., 1991), también son correlacionables con el Neis Anorí.

7. LOCALIDAD TIPO

El área tipo donde fue descrito inicialmente este cuerpo néisico se encuentra entre el río Nechí y los nacimientos de la quebrada Gómez Plata (Figura 1) en la Plancha 106 Liberia, sector septentrional de la Cordillera Central, en el Departamento de Antioquia; la localidad tipo se encuentra a lo largo del río Anorí entre unos 5 km al sur de Madre Vieja y la desembocadura de la quebrada Providencia. Como secciones de referencia se tienen la del río Nechí, en el extremo norte del cuerpo y la del río Porce, después de la desembocadura de la quebrada Gómez Plata en la parte sur de la unidad. Por acceso, se puede tomar como sección adicional de referencia la carretera de Anorí – Dos Bocas en el sector comprendido entre Madre Vieja y Providencia (Figura 1).

La sección del río Anorí, aunque en parte es paralela a la estructura regional del cuerpo néisico, muestra cerca de la desembocadura de la quebrada La Danta, en el extremo sur, el contacto tanto intrusivo como tectónico con neises feldespáticos; en el primer caso se observan rocas migmatíticas e inyecciones del ortoneis granítico en los neises que son más abundantes y notorias cuando éste es más aluminico; además, el neis granítico es de grano más fino y con una foliación bien definida por la orientación de láminas de biotita; en el contacto tectónico, se observan texturas cataclásticas sobre ambos tipos de roca con algunas inversiones en el sentido del buzamiento y son comunes texturas de

mortero definidas por agregados o bandas irregulares de biotita alrededor de cristales rotos de cuarzo y feldespato potásico. Hacia el norte, la granulometría se hace más gruesa y la foliación es débil y está definida por la orientación de láminas de biotita ligeramente flexionadas y la composición es predominantemente manzoganítica a tonalítica. En el extremo este de la sección, cerca de la quebrada Providencia, el contacto con esquistos micáceos y cuarcitas es en gran parte tectónico, aunque se observan bloques de neis con inclusiones de esquistos y cuarcitas transformados en cornubianitas, pero donde es posible observar relictos de una estructura esquistosa preexistente.

En la sección de referencia de la carretera a Dos Bocas, paralela al río Anorí, el cuerpo se corta en sentido sur – norte y, aunque las rocas se presentan en parte alteradas, es el corte de más fácil acceso de esta unidad y muestra tanto las características litológicas de la unidad como las relaciones con los neises feldespáticos al sur y con esquistos micáceos y cuarcitas al noreste de la sección (Figura 3).

8. GÉNESIS

El Neis de Anorí, así como los intrusivos néisicos sintectónicos localizados en la parte septentrional de la Cordillera Central, tienen textura metamórfica en sección delgada y solo en algunos afloramientos conservan la estructura típica de una roca ígnea. Sin embargo, según (Feininger et al., (1972) Toussaint (1993) y González (1980; 1997), presentan evidencias claras de un origen ígneo tales como:

- Las rocas metamórfica, en las zonas de contacto, en parte han sido transformadas en cornubianitas con cambios texturales y paragénesis metamórficas que no están en equilibrio con las desarrolladas por metamorfismo regional al alejarse del contacto.
- Aunque regionalmente son concordantes con las estructuras en las rocas

metamórficas, localmente transgreden estas rocas y forman zonas migmatíticas de inyección de amplitud variable.

- Presencia de xenolitos de las rocas metamórficas encajantes a veces transformados en cornubianitas.
- Textura y composición del cuerpo néisico con plagioclasa idiomórfica .

Las texturas protoclasticas que se observan en varias muestras habrían sido adquiridas durante la intrusión cuando el magma estaba parcialmente cristalizado y tenía un comportamiento plástico, por lo cual, podrían considerarse como intrusivos néisicos sintectónicos, localmente con digitaciones que forman zonas migmatíticas de espesor variable. La composición original del magma fue granítica y, en algunos casos, sufrió contaminación por asimilación parcial de la roca encajante, lo cual permitió, hacia las zonas de borde, la formación de minerales metamórficos, como el granate no típicos de rocas graníticas. La alta relación $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ (Restrepo et al., 1991) en cuerpos correlacionables indica un aporte considerable de material cortical antiguo, debido probablemente a un origen anatético en un nivel cortical profundo (Restrepo et al., 1991). Después de la intrusión, el granito fue transformado en neis durante un evento metamórfico regional que de acuerdo a las edades obtenidas estaría relacionado a la Orogenia Acadiana del Devónico.

La presencia de xenolitos de las rocas metamórficas encajantes transformadas en cornubianitas, pero en las cuales es posible aún observar estructuras esquistosas y plegamientos (González, 1980; Cossio & Viana, 1986; Toussaint, 1993), indica que estas rocas habrían sufrido ya un metamorfismo regional al momento de la intrusión del granito y su transformación en neis.

Radelli (1967) discute el probable origen de estos cuerpos néisicos y considera que, aunque algunos rasgos texturales favorecen

un protolito ígneo, son más los factores que indican un origen sedimentario:

- No hay evidencias claras de recristalización en el cuarzo ya que éste forma agregados constituidos por granos finos detríticos le indican que una estructura o textura sedimentaria.
- Forma ligeramente redondeada y sinuosa de cristales de plagioclasa alterada.
- Presencia de mica blanca que en los
 - Sedimentación de arcosas
 1. Formación de plagioclasa 1, arcillas, cuarzo
 2. Micas + cuarzo (+ plagioclasa 1 residual)
 3. Plagioclasa 2 (albita – oligoclasa)
 - Metamorfismo prógrado
 4. Microclina
 5. Recristalización del cuarzo
 - Metamorfismo retrógrado
 6. Cloritización de biotita, exolución de albita en microclina (?).

Hall et al. (1972) consideran también un origen sedimentario para el Neis de Pescadero a partir de material clástico más grueso que el que originó los esquistos del Grupo Valdivia; sin embargo, trabajos posteriores (Restrepo et al., 1991; Toussaint, 1993) basados en las relaciones de campo, consideran que este cuerpo, al igual que los otros cuerpos graníticos sintectónicos de la Cordillera Central, es de origen ígneo.

9. RECURSOS MINERALES

El mapa de recursos minerales de Antioquia (Rodríguez & Pernet) y el mapa geológico de la Plancha 106 Liberia (González, 1992) indican la presencia de varias minas de filón explotadas para Au-Ag con algunos sulfuros asociados y de aluviones localizados sobre el Neis de Anorí y en la zona de contacto de

esquistos micáceos relacionados regionalmente, es de origen detrítico.

- Relaciones de campo que parecen indicar que los neises corresponden a una facies gruesogranular de una secuencia detrítica.

De acuerdo a lo anterior, Radelli (1967) considera que los neises se formaron por metamorfismo regional de arcosas en las siguientes etapas:

éste con las rocas metamórficas. Además, a lo largo del río Anorí entre Madreseca y Pontiadero son numerosas las explotaciones aluviales para oro, todas localizadas en un trayecto del río o afluentes menores que drenan el cuerpo néisico. No se conoce la posible relación genética que pueda existir entre estas mineralizaciones y el cuerpo néisico y, por lo tanto, es conveniente dentro de este programa de rehabilitación minera en la región o de exploración regional, elaborar estudios detallados de los ambientes geológicos, la litología y paragénesis existentes con el fin de determinar la posible relación que pueda existir entre el magma fuente de los intrusivos néisicos, sus procesos evolutivos y las mineralizaciones de Au-Ag existentes en la región de tal forma que se conozca el potencial económico de esta unidad.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BARRERO, D.; VESGA, C. J. 1976. Mapa geológico del Cuadrángulo K-9 Armero y mitad sur del Cuadrángulo J-9 La Dorada. Escala 1:100.000. Ingeominas. Bogotá.
- BOTERO, G. 1975. Edades radiométricas de algunos plutones colombianos. Rev. Minería, 27(169–179):8336-8342. Medellín.
- BUCHER, K.; FREY, M. 1994. Petrogenesis of Metamorphic Rocks, 6 ed. Complete revision of Winkler's

- Textbook. Springer-Verlag, 318 p. Berlín.
- COSSIO, U.; VIANA, R. 1986. Geología de la autopista Medellín - Bogotá entre el río Samaná Norte y Doradal. Tesis grado, U. Nal., Fac. Minas, 274 p. Medellín.
- COSSIO, U.; VIANA, R.; TOUSSAINT, J. F.; RESTREPO, J. J. 1987. Unidades litológicas del Megaterreno Andino Central entre el Río Samaná y Doradal (Antioquia). Sem. Gerardo Botero Arango, Geología de la Cordillera Central, Mem., 13 - 21. Medellín.
- ESTRADA, A. 1967. Asociación magmática básica del Nechí. Tesis grado, U. Nal., Fac. Minas, 88 p. Medellín.
- FEININGER, T.; BARRERO, D.; CASTRO, N.; RAMÍREZ, O.; LOZANO, H.; VESGA, J. 1970. Mapa geológico del Oriente de Antioquia, cuadrángulo I-9 y parte de los cuadrángulos H-9, H-10, I-10, J-9 y J-10. Escala 1:100.000. Ingeominas. Bogotá.
- FEININGER, T.; BARRERO, D.; CASTRO, N. 1972. Geología de parte de los departamentos de Antioquia y Caldas (Subzona II-B). Ingeominas, Bol. Geol., 20 (2): 1-173. Bogotá.
- GONZÁLEZ, H. 1976. Geología del cuadrángulo J-8 Sonsón. Ingeominas, informe 1704, 421p. Bogotá.
- GONZÁLEZ, H. 1980. Geología de las planchas 167 (Sonsón) y 187 (Salamina) del Mapa Geológico de Colombia. Ingeominas, Bol. Geol., 23(1):1-174.
- GONZÁLEZ, H. 1993. Mapa Geológico del Departamento de Caldas. Escala 1:250.000. Memoria explicativa.
- INGEOMINAS, 62 p. Santa Fe de Bogotá.
- GONZÁLEZ, H. 1997. Mapa geológico del Departamento de Antioquia. Escala 1:400.000. Memoria Explicativa. Ingeominas, Informe 2199, 232 p. Santa Fe de Bogotá.
- GONZÁLEZ, H. 1992. Mapa geológico de la Plancha 106 Liberia. Escala 1:100.000. Memoria explicativa. INGEOMINAS, 28 p. Santa Fe de Bogotá.
- GONZÁLEZ, H.; COSSIO, U.; MAYA, M.; VÁSQUEZ, E.; HOLGUÍN, M. 1997. Mapa geológico del Departamento de Antioquia. Escala 1:400.000. Ingeominas. Santa Fe de Bogotá.
- GROSSE, E. 1926. El Terciario Carbonífero de Antioquia. Ed. Dietrich Reimer, 361 p. Berlín.
- HALL, R.; ÁLVAREZ, J.; RICO, H.; VÁSQUEZ, H. 1972. Geología de los departamentos de Antioquia y Caldas (sub-zona II-A). Ingeominas, Bol. Geol., 20(1):1-85. Bogotá.
- INGEOMINAS. 1979. Mapa geológico del Departamento de Antioquia. Escala 1:500.000. Ingeominas. Bogotá.
- INGEOMINAS. 1988. Mapa Geológico de Colombia. Escala 1:1.500.000. Ingeominas. Bogotá.
- INTERNATIONAL SUBCOMMISSION ON STRATIGRAPHIC CLASSIFICATION. 1987. Stratigraphic classification and nomenclature of igneous and metamorphic rock bodies. Geol. Soc. Am. Bull., 99 (3): 440-442. Boulder

- INTERNATIONAL SUBCOMMISSION ON STRATIGRAPHIC CLASSIFICATION. 1994. International Stratigraphic Guide. A guide to stratigraphic classification, terminology, and procedure. Amos Salvador (ed.). 2ª ed. Internat. Union Geol. Sci. Trondheim & Geol. Soc. Am., 214 p. Boulder.
- MAYA, M. 1992. Catálogo de las dataciones isotópicas en Colombia. Ingeominas, Bol. Geol., 32(1-3): 127-187. Santa Fe de Bogotá.
- MAYA, M.; GONZÁLEZ, H. 1995. Unidades litodémicas en la Cordillera Central de Colombia. INGEOMINAS, Bol. Geol., 35(2-3):43-57. Santa Fe de Bogotá.
- MOSQUERA, D. 1978. Geología del cuadrángulo K-8, Manizales. Ingeominas, Informe 1763, 63 p. Bogotá.
- ORDOÑEZ, O. 1997. O Pre Cambriano na parte norte da Cordilheira Central dos Andes Colombianos. Trabajo Disertación, U. Brasilia, Inst. Geocienc., 90 p. Brasilia.
- RADELLI, L. 1967. Geologie des Andes Colombiennes. Tesis doctorado, Lab. Geol., U. Grenoble. Mem. 6, 457 p. Grenoble.
- RESTREPO, J. J. 1986. Metamorfismo en el sector norte de la Cordillera Central de Colombia. U. Nal., 276 p. Medellín.
- RESTREPO, J. J.; TOUSSAINT, J. F., 1977. Anfibolitas granatíferas de Caldas - Antioquia. U Nal., Bol. Cienc. Tierra, (2):147 – 154. Medellín.
- RESTREPO, J. J.; TOUSSAINT, J. F. 1978. Ocurrencias del Precámbrico en las cercanías de Medellín, Cordillera Central, Colombia. U. Nal., Fac. Ciencias, Publ. Esp. Geol., 12:1-13. Medellín.
- RESTREPO, J. J.; TOUSSAINT, J. F. 1984. Unidades litológicas de los alrededores de Medellín. 1 Conf. riesgos geológicos Valle de Aburrá. Soc. Col. Geol., Mem., :1–26. Medellín.
- RESTREPO, J. J.; TOUSSAINT, J. F.; GONZÁLEZ, H.; CORDANI, J.; KAWASHITA, K.; LINARES, E.; PARICA, C. 1991. Precisiones geocronológicas sobre el Occidente Colombiano. Simp. magmatismo andino y su marco tectónico. Mem., 1:1-25. Manizales.
- RODRÍGUEZ, C.; PERNET, A. 1983. Recursos minerales de Antioquia. Ingeominas, Informe 1885, Bol. Geol., 26:1-116. Bogotá.*
- SCHEIBE, R. 1934. Geología del sur de Antioquia. CEGOC, 1917 a 1933, 1:97-167. Imprenta Nacional. Bogotá.
- STRECKEISEN, A. 1976. To each plutonic rock its proper name. Earth Sci. Reviews, 12:1-33. Amsterdam.
- TOUSSAINT, J. F. 1978. Grandes rasgos geológicos de la parte septentrional al Noroccidente Colombiano. U. Nal., Bol. Cienc. Tierra, 1: 1-147. Medellín.
- TOUSSAINT, J. F. 1993. Evolución geológica de Colombia. Precámbrico – Paleozoico. U. Nal.,1:1-229 p. Medellín.
- VESGA, J.; BARRERO, D. 1978. Edades K/Ar en rocas ígneas y metamórficas de la Cordillera Central de Colombia y su implicación geológica. 2 Congr. Col. Geol., Resum., p 19. Bogotá.