

Las Sedimentitas de Tripogadí y las Brechas de Triganá: Un registro de Volcanismo de Arco, Corrientes de Turbidez y Levantamiento Rápido Eoceno en el noroccidente de Sur América

The Sedimentitas de Tripogadí and Brechas de Triganá: Result of an Eocene Arc Volcanism, Turbidity Currents and Rapid Uplift in the Northwestern Margin of South America

Gabriel Rodríguez G¹ & María Isabel Sierra R²

¹INGEOMINAS - Grupo de Trabajo Regional Medellín, Cl 75 # 79 A-51, Medellín, Colombia, grodriguez@ingeominas.gov.co

²Universidad Nacional Autónoma de México - Centro de Geociencias, Boulevard Juriquilla 3001, Querétaro, México, misierra@geociencias.unam.mx

Rodríguez G, Gabriel & Sierra R, María Isabel (2010): Las Sedimentitas de Tripogadí y las Brechas de Triganá: Un registro de Volcanismo de Arco, Corrientes de Turbidez y Levantamiento Rápido Eoceno en el noroccidente de Sur América. [The Sedimentitas de Tripogadí and Brechas de Triganá: Result of an Eocene Arc Volcanism, Turbidity Currents and Rapid Uplift in the North Western Margin of South America]. GEOLOGÍA COLOMBIANA, Vol. 35, pp.74-86. Bogotá, Colombia.

Artículo de Investigación Científica Manuscrito recibido: 30 de abril de 2010; aceptado: 30 noviembre de 2010.

Resumen

Entre la Cuenca de Colombia y la Serranía de San Blas-Darién al sur, limitado al sur occidente por la Falla Atrato-Urabá, en la zona correspondiente a la sutura colisional entre Centro América y Sur América, afloran una serie de rocas volcánicas, volcansedimentarias, sedimentarias e intrusivas con edades que van desde el Cretácico Superior hasta el Cenozoico, incluidos el Complejo Santa Cecilia-La Equis, el Batolito de Acandí y demás cuerpos hipoabisales, todos con afinidad de arco volcánico en una suite que varía desde rocas toleíticas a calco alcalinas. En la zona se describen de manera informal tres unidades nuevas que corresponden a las Sedimentitas de Tripogadí, las Brechas de Triganá y las Sedimentitas del Río Cutí, de edades desde el Eoceno inferior a probablemente el Oligoceno. Las Sedimentitas de Tripogadí se caracterizan por presentar hacia la base aporte volcánico, lo que marca una influencia volcánica la cual domina los procesos de sedimentación en un ambiente marino profundo. Hacia la línea de costa aflora la unidad denominada Brechas de Triganá, la cual consta de gruesos paquetes de brechas oligomícticas en la base y polimícticas hacia el techo, interestratificadas con bancos gruesos de arcosas, subarcosas, litoarenitas y areniscas conglomeráticas. La Formación de las Brechas de Triganá es la respuesta al proceso de levantamiento tectónico en el Eoceno o ligeramente posterior al Eoceno, del arco magmático representado por el Complejo Santa Cecilia – La Equis y el Batolito de Acandí.

Palabras clave: Sedimentitas de Tripogadí, Brechas de Triganá, arco volcánico, turbiditas.

ABSTRACT

Between the Colombian Basin and the San Blas-Darién range to the south, bounded in the southwest with the Atrato-Urabá Fault west by the Atrato-Urabá fault in the area of the collisional suture between Central and South America, is found a series of volcanic, volcano-sedimentary, sedimentary and intrusive rocks ranging from Late Cretaceous to Cenozoic, which include the Santa Cecilia-La Equis Complex, the Acandí Batholith and some other subvolcanic bodies related, all of them with volcanic arc affinity in a rock suite ranging from tholeiitic to calc alkaline. In this area we describe three informal units: the Sedimentitas de Tripogadí, the Brechas de Triganá and the Sedimentitas del río Cutí, with ages from Lower Eocene to Oligocene. The Sedimentitas de Tripogadí are characterized by a strong volcanic contribution which dominates the sedimentary processes in the inferior part of the sequence, changing up to the top from volcanic derived sediments to deep marine environment ones. Towards the coastline the Brechas de Triganá crops, which consists of thick beds of oligomictic conglomerates at the base and polymictic conglomerates to the top, both of them interbedded with arkosic and lithic sandstones. The origin of the Brechas de Triganá responds to processes of tectonic uplift in the Eocene or slightly after the emplacement of the Eocene magmatic arc represented by the Santa Cecilia- La Equis Complex and the Acandí Batholith.

Key words: Sedimentitas de Tripogadí, Brechas de Triganá, volcanic arc, turbidites

Introducción

Este trabajo es el resultado del Proyecto Cordillera Occidental realizado por geólogos de Ingeominas Medellín, quienes levantaron la información durante las labores de cartografía de las planchas 58, 68 y 79-bis, localizadas entre Cabo Tiburón al norte y Titumate al sur en la costa occidental del Golfo de Urabá. En este artículo se reportan dos unidades informales sedimentarias localizadas en la Serranía de Tripogadí denominadas Sedimentitas de Tripogadí y Brechas de Triganá.

Localización

El área de trabajo se localiza en la región occidental del Golfo de Urabá, en límites entre Colombia y Panamá en el Departamento del Chocó, abarca desde la Zona Deformada de Panamá al norte, las cuencas de Atrato-Chucunaque y la Serranía de San Blas-Darién al occidente y el Golfo de Urabá y la Falla Atrato-Urabá al oriente, correspondiente a la sutura colisional entre Centro América y Sur América (Trenkamp *et al.* 2002).

La Serranía de Tripogadí se extiende bordeando la costa entre el casco urbano de Acandí, pasando por las bahías de Triganá y San Francisco hasta Titumate en el Golfo de Urabá; está compuesta por rocas volcano-sedimentarias

y sedimentarias, con una altura máxima de 300 msnm y una longitud aproximada de 10 km (Fig. 1).

Marco Geológico Regional

El basamento del flanco oeste de la Cordillera Occidental en los departamentos de Risaralda, Chocó y Antioquia está constituido parcialmente por rocas volcánicas de composición básica a intermedia y por plutones de composición intermedia con variaciones texturales que sugieren eventos de intrusión a diferentes profundidades corticales. Las rocas volcánicas afloran en dos cinturones que siguen la dirección de la cordillera, separados por un cinturón de rocas plutónicas que Álvarez (1971) denominó Batolito de Mandé, y que Radelli al norte (1967) denominó Macizo de Acandí. El Complejo Santa Cecilia-La Equis (Salazar, *et al.*, 1991) está constituido por intercalaciones de flujos de lavas entre basalto y andesita y secuencias piroclásticas que muestran una variación que abarca todo el espectro textural desde aglomerados de bloques hasta tobas de cenizas. El Batolito de Acandí (con la misma posición tectónica, composición y edad que el Batolito de Mandé) es un cuerpo intrusivo, compuesto por una amplia variación litológica, textural y composicional (gabro, tonalita, y composicional (gabro, tonalita, gabronorita, etc.), el cual presenta hacia los bordes cuerpos pequeños (stocks) andesíticos y dacíticos (Rodríguez *et al.*, 2010).

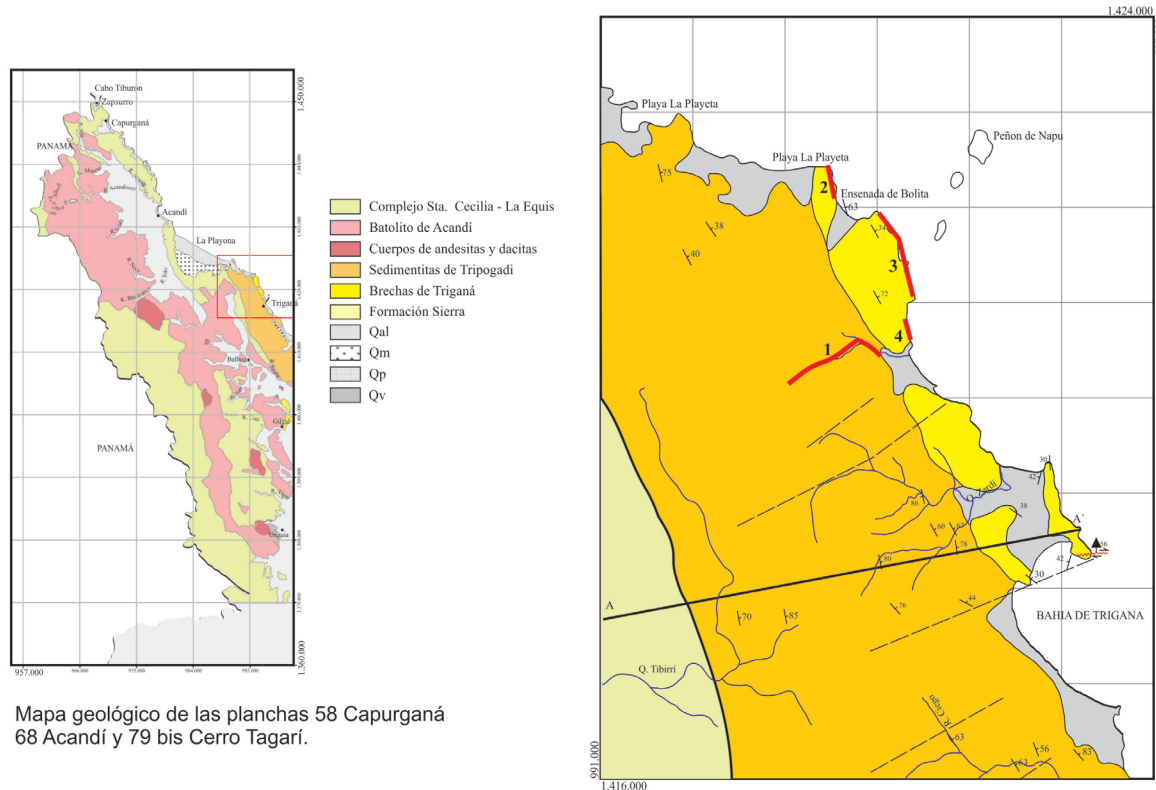


Figura 1. Mapa geológico de la zona de trabajo donde se observa en detalle la disposición estratigráfica de las Sedimentitas de Tripogadí y las Brechas de Triganá (modificado de Rodríguez *et al.*, 2010)

Sedimentitas de Tripogadí

Las Sedimentitas de Tripogadí fueron definidas de manera informal por Rodríguez *et al.* (2010). La secuencia está constituida por rocas sedimentarias con intercalaciones subordinadas de rocas piroclásticas y derrames basálticos que afloran en Cabo Tiburón y en la línea costera entre Punta Goleta y Punta Tarena, a lo largo de la Serranía de Tripogadí, que continúa hacia el sur bordeando la costa occidental del Golfo de Urabá (Fig. 1); forma un cuerpo con dirección NW de aproximadamente 19 km de largo por 3,5 km de ancho en promedio. El nombre de esta unidad se toma de la Serranía de Tripogadí, donde se presenta la mayor y mejor exposición de la unidad y se considera el área tipo (Fig. 1).

Litología y espesores

Las Sedimentitas de Tripogadí forman un monoclin de dirección N35°W a N45°W y buzamiento promedio entre 65° y 80° al este, se presenta afectado por fallas dextrales transversales al rumbo de las capas y por fallas paralelas al rumbo. El espesor de la secuencia se calculó según perfil geológico (Rodríguez *et al.*, 2010) en 3000m aproximadamente.

La base y la parte media de la secuencia se encuentran mal expuestas, se presentan ventanas que no permiten levantar segmentos de columna; sin embargo, se hicieron varias transectas que atravesaron la secuencia perpendicularmente, haciendo un control de la actitud estructural de las capas para determinar así los espesores aparentes.

La base y la parte media de la secuencia están compuestas por areniscas con aporte volcánico y tobas

de ceniza de color pardo claro a verde, intercaladas con aglomerados y tobas brecha con clastos de basaltos olivínicos angulosos que flotan en una matriz de toba de ceniza y lapilli, junto a derrames de basaltos porfídicos y amigdalares interestratificados con tobas de cristales de composición basáltica (Fig. 2). La parte superior de las Sedimentitas de Tripogadí fue descrita en la quebrada Zardí, donde se levantaron 175 m continuos de columna (Fig. 2); está constituida la parte inferior de este segmento por intercalaciones cíclicas de lodolitas, lodolitas calcáreas y calizas de colores grises con intercalaciones violetas y verdes y de litoarenitas y sublitoarenitas, que se encuentran en capas finas plano paralelas continuas que llegan a formar paquetes gruesos hasta de 5 m. Subiendo en la secuencia se presentan intercalaciones de litoarenitas, areniscas conglomeráticas y conglomerados arenosos matriz soportados, en capas muy gruesas, con intercalaciones menores de litoarenitas de grano fino en capas finas plano paralelas intercaladas con lodolitas silíceas. Los conglomerados se presentan entre las capas cíclicas de areniscas, lodolitas y calizas, en paquetes gruesos hasta de 50 m, matriz soportados, mal seleccionados, con clastos angulares a subredondeados de vulcanitas entre 20 y 60 cm; la matriz está compuesta por arenisca. Algunos contactos entre capas de conglomerado y areniscas son erosivos, otros son neto plano paralelos (Fig. 3). Hacia la parte superior del segmento se presentan capas finas a gruesas de arcosas líticas y grauvacas feldespáticas masivas, intercaladas con lodolitas y limolitas plano paralelas y con estratificación cruzada a ondulosa continua, intercaladas con capas muy gruesas (hasta de 8 m) de areniscas conglomeráticas matriz soportadas con guijos y guijarros (de hasta 40 cm) de andesitas porfídicas (Fig. 3).

Petrografía

Se analizaron 10 secciones delgadas de areniscas, siendo seleccionadas muestras de grano medio con el fin de disminuir el efecto del tamaño de grano en la concentración de ciertos minerales y obtener muestras estadísticamente confiables (Ingersoll *et al.*, 1984; Ingersoll & Large, 1997). Para el análisis modal se contaron de 300 a 500 puntos, definiendo las categorías modales según el método tradicional (Pettijohn, 1957).

Los fragmentos de roca volcánica encontrados fueron a su vez discriminados según las categorías propuestas por Dickinson (1970). Finalmente, se ubicaron en los

diagramas de discriminación tectónica de Dickinson & Suckzew (1979). De las 37 secciones delgadas analizadas, 10 corresponden a rocas piroclásticas entre tobas de ceniza y de lapilli (Fisher & Schminke, 1984), realizando la clasificación a partir de la granulometría y el tipo de componentes (vidrio, cristales y líticos) (Fisher, 1966). Se analizaron tres secciones delgadas de basaltos intercalados con las rocas sedimentarias siguiendo los criterios de clasificación de la IUGS para rocas ígneas (Streckeisen, 1978), clasificándolos como basaltos porfídicos amigdalares.

Litoarenitas y grauvacas: el 80% de las muestras se clasificó petrográficamente como litoarenitas y el 20% como grauvacas. Los fragmentos líticos corresponden a basaltos con variadas texturas, son angulosos a subangulosos de tamaño de grano arena muy fina y media, en algunas litoarenitas puede ser grueso; la selección es variable dependiendo de la roca (Fig. 4). Los granos detríticos denotan poco transporte y pueden conservar caras cristalinas en minerales como plagioclasa, piroxeno y hornblenda, indicando un área fuente próxima al sitio de acumulación.

Tobas: estas rocas se distribuyen principalmente hacia la base de la secuencia, pero se encuentran en toda la unidad, se clasificaron como tobas líticas de tamaño ceniza y lapilli, constituidas por fragmentos de basaltos porfídicos con fenocristales de plagioclasa y augita, basaltos porfídicos amigdalares y basaltos amigdalares. Los fragmentos de cristales de plagioclasa, clinopiroxeno y ocasionalmente ortopiroxeno, de tamaño ceniza gruesa a ceniza fina, son angulosos y con caras cristalinas sin evidencias de retrabajamiento (Fig. 4).

Basaltos: los basaltos presentan texturas porfídica y porfídica amigdular con matriz hialocristalina microlítica, están constituidos por fenocristales de plagioclasa y piroxeno euhedrales los cuales flotan en una matriz hialocristalina microlítica con vidrio volcánico rojizo y microcristales de plagioclasa, clinopiroxeno, con amígdulas en formas irregulares (Fig. 5).

Lodolitas: se analizaron 4 secciones delgadas de lodolitas del segmento superior de la secuencia, las cuales fueron clasificadas como lodolitas arenosas y lodolitas con microfósiles. Los granos son de plagioclasa, cuarzo, clinopiroxeno, hornblenda y opacos, los fragmentos líticos son de vulcanitas, se pueden encontrar restos de microfósiles (radiolarios) y peloides.

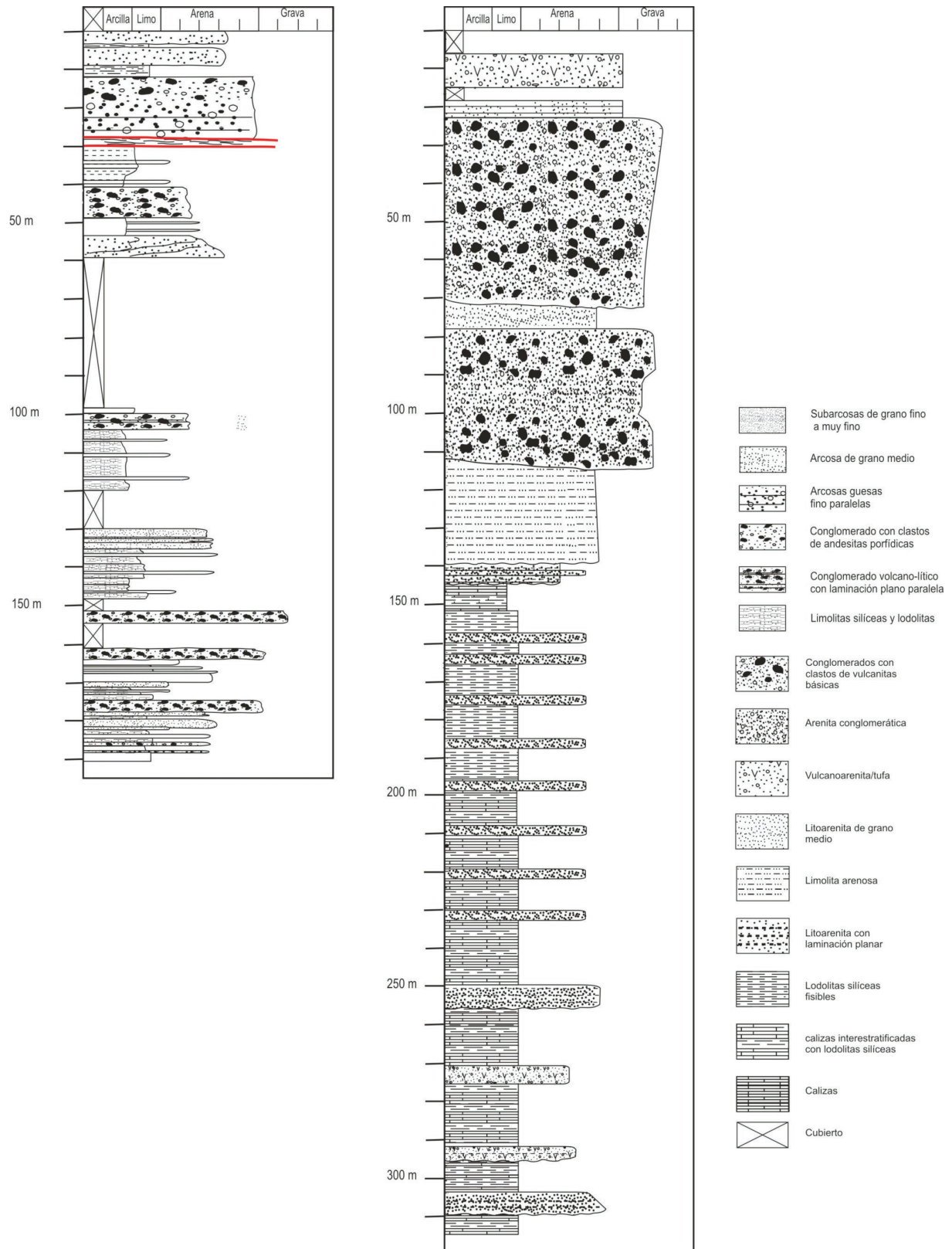


Figura 2. Columna estratigráfica del segmento superior de las Sedimentitas de Tripogadí (quebrada Zardi – Triganá). A la derecha la parte inferior y a la izquierda la parte superior del segmento.

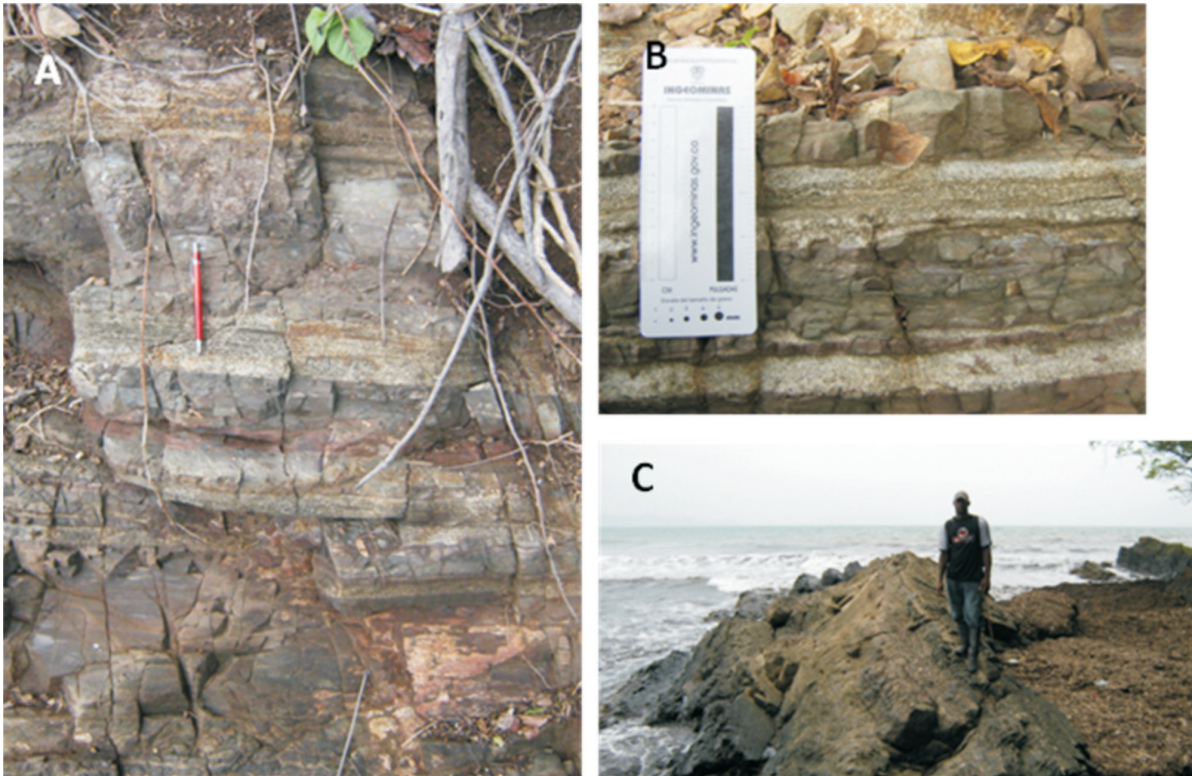


Figura 3. Sedimentitas de Tripogadí-Punta Goleta. A y B) Laminación plano paralela continua de areniscas de grano grueso. Laminación marcada por composición y granulometría. B) Interestratificación de arenitas y lodolitas en bancos de espesor medio reposando sobre un banco muy grueso. C) Características geométricas de los bancos de areniscas tobáceas.

Calizas: se analizaron siete rocas clasificadas como biomicritas y micritas (Dunham, 1962). Las facies calcáreas y mixtas están compuestas por micritas oolíticas y biomicritas con textura wackestone y subordinadas packstone y mudstone (Fig. 6), se presentan dentro de la secuencia en la parte inferior del segmento superior de las Sedimentitas de Tripogadí. Los fósiles fueron clasificados como foraminíferos bentónicos calcáreos indeterminados, globigerínidos indeterminados, radiolarios indeterminados, rotálidos indeterminados de la zona de *Morozovella velascoensis* (?) de edad Paleoceno tardío – Eoceno temprano (comunicación escrita Duque Caro, 2010).

Ambiente de depósito

Se diferencian dos asociaciones de facies en este segmento: intercalaciones de areniscas masivas en paquetes gruesos con intercalaciones de limolitas y lodolitas con laminación plano paralela continua y ondulosa (asociación de facies 1), y capas muy gruesas masivas de hasta 8 m de espesor de conglomerados matriz soportados con clastos angulosos de vulcanitas mal seleccionadas, con contactos erosivos hacia la base,

que pueden gradar a areniscas conglomeráticas matriz soportadas (asociación de facies 2).

Estas asociaciones de facies corresponden a depósitos de gravedad submarinos o turbiditas, representando las unidades 0, 1 y 2 de una secuencia Bouma. En cuanto a la asociación de facies 2 corresponde a depósitos de flujos de escombros intercalados entre los ciclos turbidíticos.

De acuerdo a los diagramas ternarios para la discriminación tectónica de Dickinson & Suczek (1979) (Fig. 7), las areniscas se ubican en un ambiente de arco sin disectar, coincidiendo con el ambiente tectónico de arco volcánico del Complejo Santa Cecilia–La Equis determinado mediante estudio de elementos traza y tierras raras en basaltos (Rodríguez *et al.*, 2010).

Las asociaciones de fósiles permiten sugerir que parte de estas secuencias tuvieron origen a partir de una precipitación de carbonatos pelágicos con influencia terrígena en el fondo marino, posiblemente en la zona de talud continental, debido a la presencia de foraminíferos plantónicos y algunos bentónicos junto con radiolarios, lo cual permite también inferir condiciones costa afuera, en aguas relativamente profundas.

Edad y correlación

Las Sedimentitas de Tripogadí corresponden a una sucesión volcano - sedimentaria posterior a la acumulación de basaltos y rocas piroclásticas que conforman el Complejo Santa Cecilia-La Equis, las cuales se caracterizan por presentar hacia la base aporte

volcánico, que marca la influencia en los procesos de sedimentación en un ambiente marino profundo. El volcanismo estaba activo durante la acumulación de las sedimentitas y las rocas detríticas se formaron en parte por erosión de rocas del Complejo Santa Cecilia-La Equis (epiclastitas) y de cuerpos hipoabisales de andesitas y dacitas.

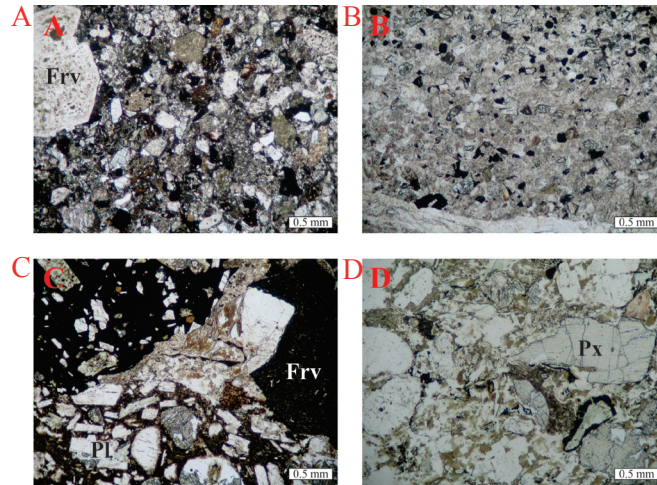


Figura 4. Características petrográficas de las areniscas y tobas de las Sedimentitas de Tripogadí. A) N= Litoarenita volcánica, B) N= Litarenita, C) Nx Toba lítica de ceniza y lapilli. D) N= Toba lítica. Px: Piroxeno, Frv: Fragmento recavolcánica, Pl: Plagioclasa, Af: Anfíbol.

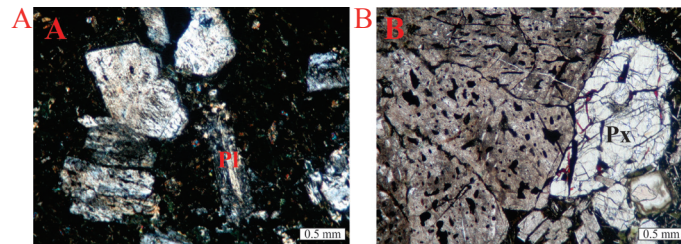


Figura 5. Aspecto microscópico de los basaltos intercalados con las Sedimentitas de Tripogadí. A) Nx Basaltos porfídico amigdalular B) N= Basalto augítico porfídico. Px: Piroxeno. Pl: Plagioclasa.

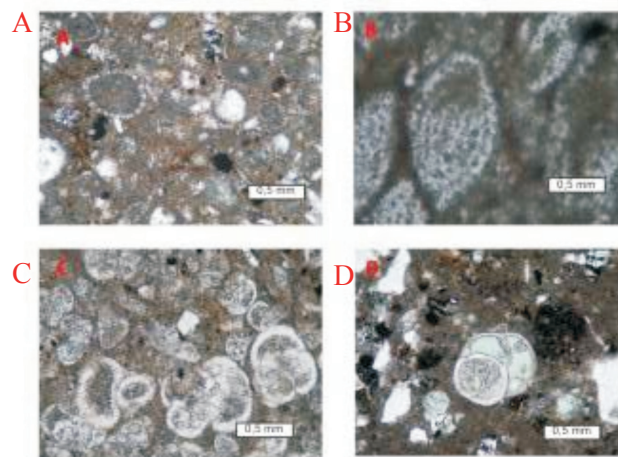


Figura 6. Aspecto microscópico de calizas de las sedimentitas de Tripogadí. A) N= Biomicrita. B) N= Biomicrita. C) N= Biomicrita. D) N= Biomicrita/ Wackstone.

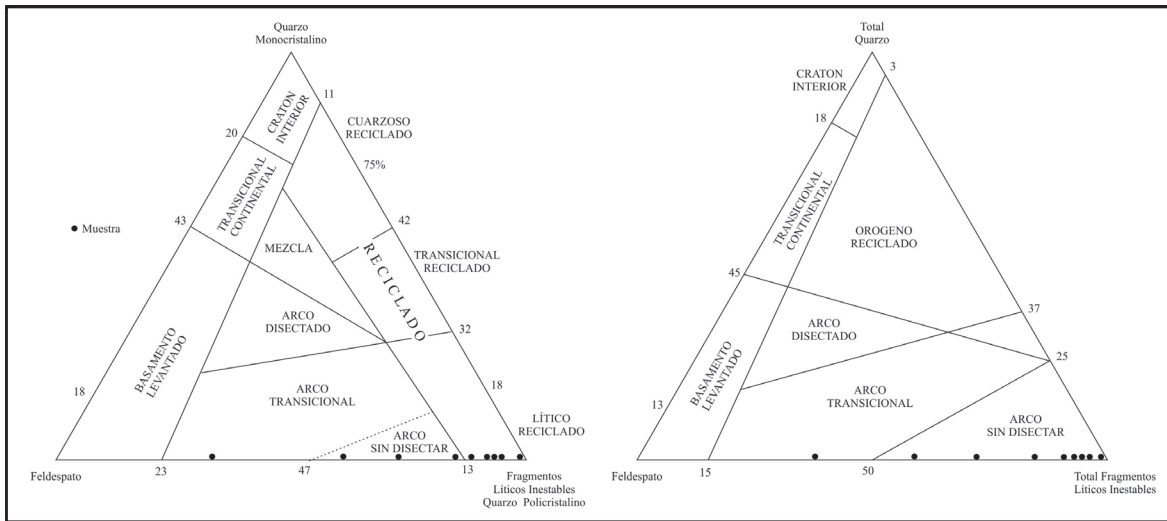


Figura 7. Diagramas ternarios de discriminación tectónica para las arenitas de las Sedimentitas de Tripogadí (Dickinson & Suczek, 1979).

Se fechó por el método de Ar-Ar en roca total un basalto de dos piroxenos del Complejo Santa Cecilia – La Equis, obteniendo una edad plateau de 45.3 ± 0.8 Ma y edades de isócrona de 45.3 ± 1.3 Ma, lo cual no permite acotar la edad de las Sedimentitas de Tripogadí ya que muestra la edad de alteración hidrotermal por efectos de la intrusión del Batolito de Acandí.

De acuerdo con los análisis micropaleontológicos, la edad de las sedimentitas de Tripogadí no es suficientemente diagnóstica. Sin embargo, la preservación de los cortes de algunas de las formas planctónicas y asociación con bulimínidos parecen pertenecer a formas del Paleoceno tardío – Eoceno temprano (Duque–Caro, 2010), edad congruente con la reportada para la Formación Guineales por Buchelli *et al.* (2009), en el área de Murindó y que es correlacionable con las Sedimentitas de Tripogadí.

De los datos se infiere una edad Eoceno, iniciando la sedimentación en el Eoceno inferior y continuando durante un periodo amplio de tiempo que permitió la acumulación de aproximadamente 3.000 m de secuencia volcano-sedimentaria.

Brechas de Triganá

Se denomina de manera informal Brechas de Triganá a una secuencia de brechas sedimentarias y areniscas intercaladas de extensión local, que afloran en una franja paralela a la línea de costa, desde la Ensenada de Bolita al norte hasta la Bahía de Triganá al sur: forma un cuerpo

de dirección NNW, aproximadamente de 4,5 km de largo por un ancho de 600 m a 1 km en promedio (Fig. 1). Los mejores afloramientos se presentan al norte de Triganá en la línea de costa y en la Ensenada de Bolita. El nombre de la unidad se toma del corregimiento de Triganá.

Litología y espesores

Los segmentos levantados cerca de Triganá (segmentos Triganá 1 y Triganá 2) corresponden al flanco oriental de una estructura sinclinal con dirección N40°-50°W y buzamiento de las capas entre 45° y 55° al W, estratigráficamente es la parte superior de la secuencia. El segmento de Playa Bolita se localiza en una estructura monoclinical con buzamiento de las capas de 63° al oriente y se encuentra aproximadamente a 265 m de la base de la secuencia.

Segmento Playa Bolita: en el sector de Playa Bolita, las Brechas de Triganá (Fig. 8) están constituidas, en los primeros 40 m, por bancos muy gruesos de brechas líticas oligomícticas (clastos de basaltos y andesitas), matriz soportadas con espesores entre 1 y 15 metros, intercaladas con bancos de litoarenitas en capas plano paralelas hasta de 4 m de espesor.

Subiendo en la secuencia se presentan litoarenitas conglomeráticas en capas muy gruesas hasta de 8 m, con gránulos y guijos angulosos de basaltos y andesitas menores de 10 cm, flotando en una matriz de litoarenita tamaño arena media.

La parte superior del segmento está constituida por capas muy gruesas hasta de 8 m de brechas con guijos, guijarros y bloques de vulcanitas basálticas y andesíticas de 10 a 50 cm. Los clastos de rocas plutónicas pasan de estar ausentes en las capas de la base del segmento a alcanzar un 25% del total de los clastos en la última capa del techo del segmento, además, se encuentran guijos y guijarros de sedimentitas arenosas (2%). La matriz es menor al 25% del total de la roca, corresponde a litoarenita mal seleccionada de color pardo y tamaño de grano arena media a muy gruesa.

Segmentos Triganá 1 y 2: La base de los segmentos, Triganá 1 y 2 está constituida por una alternancia de capas muy gruesas (entre 8 y 10 m) de brechas polimícticas y paquetes muy gruesos de subarcosas, conformados por capas finas y gruesas plano paralelas que en conjunto alcanzan hasta 40 m de espesor.

Hacia el techo de los segmentos Triganá 1 y 2 se presenta una sucesión monótona de capas muy gruesas de brechas polimícticas con intercalaciones menores de capas de subarcosas (Fig. 11).

Las brechas están constituidas por guijos, guijarros y bloques angulosos a subredondeados de vulcanitas (basaltos y andesitas), plutonitas (dioritas y tonalitas) y areniscas. Los porcentajes de clastos son variables entre las capas, en algunos casos predominan los fragmentos de rocas plutónicas sobre los fragmentos de rocas volcánicas y en otros son inversos los contenidos de los clastos que se encuentran dispuestos de forma caótica. Las brechas son matriz soportadas con la matriz de litoarenita de grano medio a muy grueso mal seleccionada (Figs. 8 y 9).

Petrografía

Se analizó una sección delgada de la matriz de una brecha polimíctica, la cual se clasificó como conglomerado polimíctico arenoso constituido por granos y guijos angulosos de andesitas, basaltos y tonalitas, con una matriz constituida por granos de plagioclasa, cuarzo y fragmentos líticos, con cantidades menores de hornblenda, biotita, opacos, piroxeno y epidota y con cemento calcáreo intergranular.

De las capas de areniscas intercaladas con las brechas, se analizaron 7 secciones delgadas localizadas hacia la base (segmento Playa Bolita), siendo clasificadas como litoarenitas y litoarenitas feldespáticas, compuestas por fragmentos líticos de vulcanitas, plagioclasas, piroxenos y hornblendas mientras

que las areniscas de la parte media y techo (segmentos Triganá 1 y 2) corresponden a subarcosas y arcosas líticas bien seleccionadas, maduras texturalmente, constituidas por cuarzo, plagioclasa, accesorios ferromagnesianos y líticos volcánicos (Fig. 10).

Ambiente de depósito

Las características estratigráficas de la unidad de Brechas de Triganá muestra el desarrollo de gruesos paquetes de flujos de escombros depositados en un ambiente submarino. Los cambios registrados en los componentes de las brechas y las areniscas de la base y del techo permiten postular la procedencia y evolución del área fuente, que sin lugar a dudas para la base de la secuencia (segmento de Playa Bolita) son las rocas del Complejo Santa Cecilia – La Equis y para los niveles más superiores (segmentos de Triganá) el Complejo Santa Cecilia – La Equis y el Batolito de Acandí. Esta diferencia en la composición de los materiales que formaron las brechas puede ser explicada en primer lugar, considerando que las brechas tuvieron aporte de varias fuentes al tiempo y en segundo lugar que esta unidad registra el levantamiento de la Serranía del Darién mediante la erosión progresiva de la cobertura volcánica (Complejo Santa Cecilia–La Equis), hasta erosionar niveles más profundos del arco volcánico-plutónico (Batolito de Acandí) como resultado del levantamiento y erosión del área de aporte que se encuentra hacia el occidente.

En cuanto al ambiente de depósito de las litoarenitas y subarcosas dentro de la unidad de Brechas de Triganá, de acuerdo a los diagramas de discriminación tectónica de procedencia de Dickinson & Suczek (1979) como se observa en la figura 11, se presenta una diferencia en los ambientes de procedencia intraformacional: las litoarenitas de Playa Bolita se localizan dentro del campo de procedencia de ambiente tectónico de arco sin disectar, mientras las arcosas y subarcosas del sector de Triganá presentan una mayor dispersión del ambiente de procedencia, caen en los campos de cratón interior cerca al límite de transicional continental, transicional continental y basamento levantado, y la muestra de brecha dentro del campo orógeno transicional reciclado.

Se evidencia el aumento en el contenido de cuarzo desde las litoarenitas de Playa Bolita hacia las arcosas y subarcosas de Triganá, reflejando un incremento en la proporción de materiales plutónicos respecto a los volcánicos.

Considerando el ambiente de proveniencia tectónica de los materiales y las características de las rocas involucradas dentro de las Brechas de Triganá, se considera que esta unidad se depositó en un ambiente de frente de costa donde abanicos torrenciales llegaban sucesivamente y descargaban con gran energía los materiales, producto del levantamiento brusco y erosión del área fuente, con períodos de calma intermitentes en el frente de costa donde ocurría sedimentación de litoarenitas y subarcosas en un ambiente tranquilo.

El área fuente se encontraba cerca a la zona de sedimentación y el transporte de materiales fue corto, razón por la cual las brechas y las rocas de tamaño arena están constituidas por detritos angulosos. El origen de las Brechas de Triganá es entonces la respuesta al proceso de levantamiento tectónico en el Eoceno o ligeramente posterior al Eoceno del arco volcánico plutónico que se formó en el Paleoceno-Eoceno inferior, el cual corresponde al Complejo Santa Cecilia – La Equis y el Batolito de Acandí.

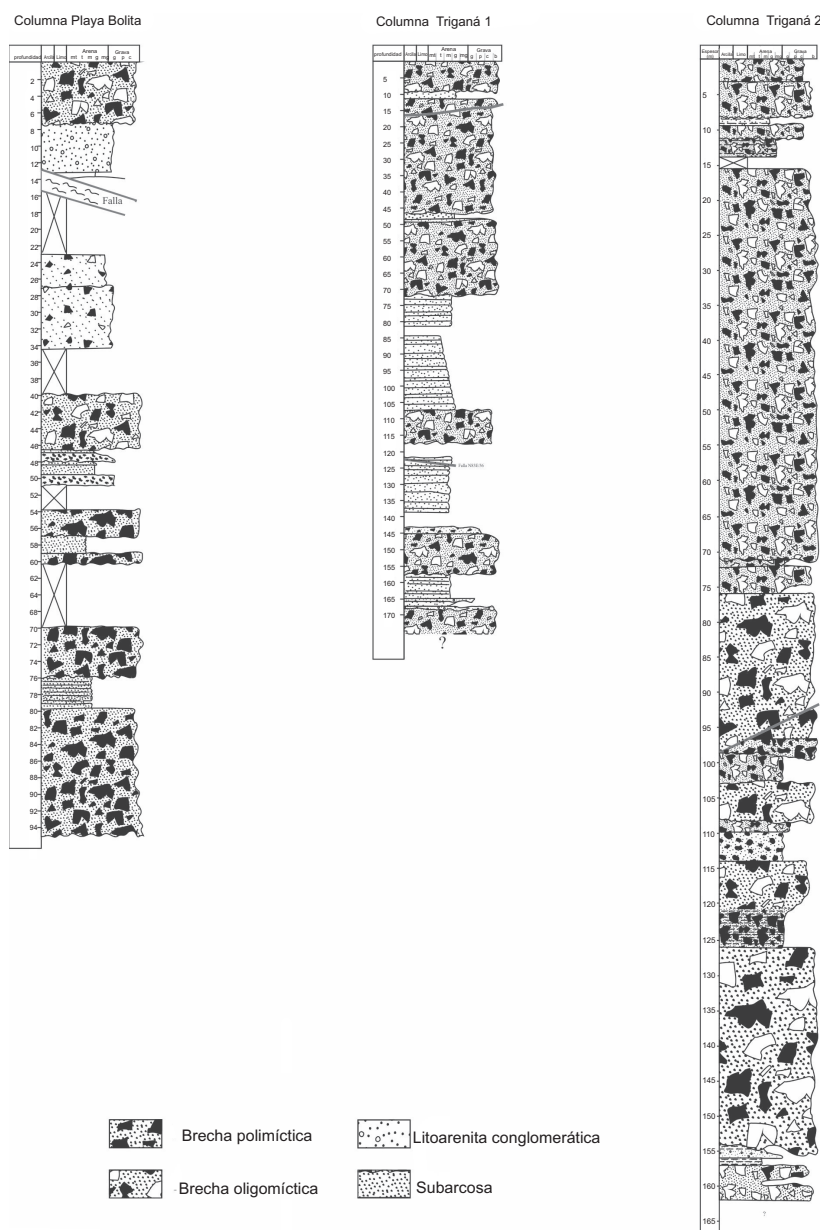


Figura 8. Columna estratigráfica de la unidad Brechas de Triganá. A la izquierda segmento de Playa Bolita (hacia la base de la secuencia) y a la derecha los segmentos Triganá 1 y Triganá 2.



Figura 9. Brechas de Triganá. A) y B) Interestratificación de brechas y areniscas conglomeráticas. C) Aspecto caótico de algunos bancos gruesos de brecha. D) Aspecto de una brecha polimíctica. E) Fábrica matriz-soportada de una brecha con 80% de clastos de granitoides.

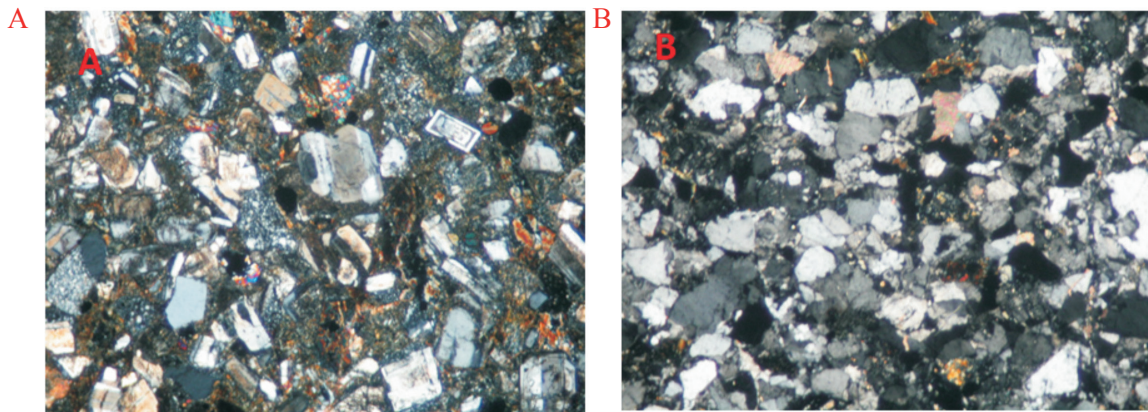


Figura 10. Aspecto microscópico de litoarenitas y subarcosas de la unidad Brechas de Triganá. A) Litoarenita feldespática, Nx, escala 3.1 mm de largo x 2.5 mm de ancho. B) Subarcosa, Nx, escala 3.1 mm de largo x 2.5 mm de ancho.

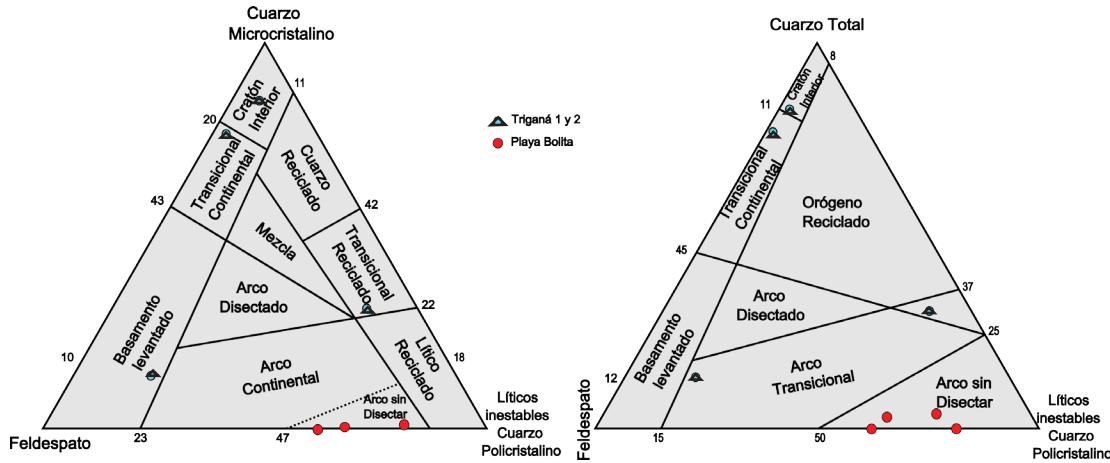


Figura 11. Diagramas ternarios de discriminación tectónica para las arenitas de las Brechas de Triganá (Dickinson & Suczek, 1979).

Conclusiones

Las Sedimentitas de Tripogadí están constituidas por rocas sedimentarias con intercalaciones subordinadas de rocas piroclásticas y derrames basálticos. La base y la parte media de la secuencia están compuestas por areniscas con aporte volcánico y tobas de ceniza intercaladas con aglomerados y tobas brecha con clastos de basaltos olivínicos. La parte superior de la secuencia está constituida por intercalaciones cíclicas de lodolitas, lodolitas calcáreas y calizas con intercalaciones de litoarenitas y sublitoarenitas. Hacia el techo se presentan intercalaciones de litoarenitas, areniscas conglomeráticas y conglomerados arenosos matriz soportados.

Las calizas del segmento superior de las Sedimentitas de Tripogadí presentan foraminíferos bentónicos calcáreos indeterminados, globigerínidos indeterminados, radiolarios indeterminados, rotálidos indeterminados, de la zona de *Morozovella velascoensis* (?) de edad Paleoceno tardío – Eoceno temprano (comunicación escrita Duque Caro, 2010).

La relación entre el Complejo Santa Cecilia-La Equis y las Sedimentitas de Tripogadí indican que, a pesar de una discordancia entre ambas unidades, el vulcanismo estuvo activo y presente durante la acumulación de sedimentos que dieron origen a las Sedimentitas de Tripogadí.

Las asociaciones descritas para las Sedimentitas de Tripogadí corresponden a las unidades A, B y C de una secuencia Bouma: paquetes separados por capas masivas de conglomerados matriz soportados con clastos angulosos correspondientes a flujos de escombros. En

este caso, las turbiditas reportadas constituyen la parte superior de la unidad, con un espesor estimado de 750m y se dan en un ambiente con aporte volcánico e influencia bioclástica con microfósiles de radiolarios y foraminíferos planctónicos que indican una depositación marina profunda.

Las Sedimentitas de Tripogadí corresponden a una sucesión volcano - sedimentaria posterior a la acumulación de basaltos y rocas piroclásticas que conforman el Complejo Santa Cecilia-La Equis, con un fuerte aporte volcánico hacia la base que influye en los procesos de sedimentación, dentro de un ambiente marino profundo. El vulcanismo estuvo activo durante la acumulación de las sedimentitas y las rocas detríticas se formaron en parte por erosión de rocas del Complejo Santa Cecilia-La Equis (epiclastitas) y de cuerpos de andesitas y dacitas.

Las Brechas de Triganá están constituídas en la base por brechas líticas oligomícticas con clastos de vulcanitas a e intercalaciones subordinadas de capas de litoarenita y hacia el techo por brechas líticas polimícticas con clastos de plutonitas y vulcanitas con intercalaciones menores de capas de subarcosas.

Las Brechas de Triganá tuvieron como fuente de materiales, en la base, al Complejo Santa Cecilia – La Equis y hacia el techo al Batolito de Acandí y al Complejo Santa Cecilia – La Equis. Este cambio composicional en las brechas y rocas de tamaño arena se debe a la erosión y levantamiento del arco volcánico plutónico conformado por estas unidades y que aflora al occidente de las brechas.

Agradecimientos

Los autores expresan los agradecimientos al INGEOMINAS, que financió el Proyecto Cordillera Occidental y brindó las herramientas necesarias para este estudio y a los tres revisores externos que ayudaron a mejorar el manuscrito.

Referencias

- ÁLVAREZ, J. (1971): Mapa geológico generalizado y localización del muestreo geoquímico de la Cordillera Occidental, departamentos de Chocó y Antioquia. INGEOMINAS, Informe Interno (inédito). Medellín, Colombia.
- BUCHELLE, F., PARRA, E., CASTILLO, H., GONZÁLEZ, F., DÁVILA, C. & ROMERO, O. (2009): Realización de la cartografía geológica y muestreo geoquímico en las planchas 144, 145, 128, 129, 113 y 114 (1580 km) 172p. y anexos. Contrato No. 390 de 2007. Bogotá.
- DICKINSON, W.R. & SUCZEC, C.A. (1979). Plate Tectonics and Sandstone Composition, American Association of Petroleum Geologist Bulletin, 63, p 2164-2182.
- DICKINSON, W.R. (1970). Interpreting detrital modes of graywacke and arcose, Journal of Sedimentary Petrology, 40: 695-707.
- DUQUE-CARO, H. (1990). The Choco Block in the northwestern corner of South America: Structural, tectonostratigraphic, and paleogeographic implications. Journal of South American Earth Sciences, 3(1): 71-84.
- FISHER, R. V. & SCHMINCKE, H. U. (1984): Pyroclastic Rocks. Springer – Verlag. Berlin Heidelberg New York Tokyo. p 89 – 99
- FISHER, R.V. (1966): Rocks composed of volcanic fragments, Earth Science Rev., 1, p 287-298.
- FOLK, R.L. (1968): Petrology of the Sedimentary Rocks, Hemphill's Book Store, 170p.
- HOUSE, M.A., WERNICKE, B.P., & FARLEY, K.A. (1998): Dating topography of the Sierra Nevada, California, using apatite (U-Th)/He ages: Nature, 396: 66–69.
- INGEOMINAS - NACIONES UNIDAS. (1982): Mineralización de Cobre y Molibdeno en el Municipio de Acandí, Departamento del Chocó. Informe técnico. DP/UN/COL-76-030/1. Bogotá.
- INGERSOLL, R.V. & CAVAZZA, W. (1991): Reconstruction of Oligo-Miocene volcanoclastic dispersal patterns in North-Central New Mexico using sandstone Petrofacies. En Explosive volcanic eruptions, en Fisher, R. & Smith, G Eds., Sedimentation in Volcanic Settings, SEPM Special Publication, N° 45, p 229-236.
- INGERSOLL, R.V., BULLARD, T.F., FORD, R.L., GRIMM, J.P., PICKLE, J.D. & SARES, S.W. (1984): The effect of grain size on detrital modes: A test of the Gazzi-Dickinson point-counting method, Journal of Sedimentary Petrology, 54: 103-116.
- 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.
- KIMBROUGH, D.L., SMITH D. P, MAHONEY J.B, MOORE, T.M, GROVE, GASTIL, G., ORTEGA-RIVERA, A. & FANNING, C.M. (2001): Forearc-basin sedimentary response to rapid Late Cretaceous batholith emplacement in the Peninsular Ranges of southern and Baja California, Geology June 2001. 29 (6); 491–494.
- PETTIJOHN, F.J. (1957): Sedimentary Rocks, Harper and Row Publishers, 628 p.
- RODRÍGUEZ, G; SIERRA, M. I.; ZAPATA, G.; CORREA, T.; & PELAEZ, J. R. (2010): Geología de las planchas 58 Capurganá, 68 Acandí y 79 Bis Cerro Tagarí, INGEOMINAS, 264 p.
- SALAZAR, G., JAMES, M. & TISTL, M. (1991): El Complejo Santa Cecilia–La Equis. Evolución y acreción de una arco magmático en el norte de la Cordillera Occidental, Colombia. Simposio de Magmatismo Andino y su Marco Tectónico. Memorias tomo II. p. 142–160. Manizales.
- STRECKEISEN, A. (1978): Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites and melilitic rocks: Recommendations and suggestions of the IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks, Geology, p 331-335.
- TREKAMP, R., KELLOGG, J.N., FREYMUELLER, J.T. & MORA, H. P. (2002): Wide plate margin deformation, southern Central America and northwestern South America, CASA GPS observations. 15: 157-171.