

Caracterización petrográfica de rocas sedimentarias en sección delgada localizadas en la zona central de la cuenca del Choco, aplicada a la exploración petrolífera.

Bayron Alexander Villamizar Niño



**Universidad De Pamplona
Facultad De Ciencias Básicas
Programa De Geología
Villa del Rosario
2023**

Caracterización petrográfica de rocas sedimentarias en sección delgada localizadas en la zona central de la Cuenca del Choco, aplicada a la exploración petrolífera.

Bayron Alexander Villamizar Niño

**Trabajo de grado, modalidad practica empresarial
presentado como requisito para optar por el título de geólogo**

Tutor Académico

MSc. Ilich Sebastián Villamizar Solano

Tutor Empresarial

MSc. Manuel Esteban Cantillo Navarro

**Programa De Geología
Facultad De Ciencias Básicas
Universidad De Pamplona
Villa del Rosario
2023**

Agradecimientos

Primero que todo le quiero agradecer a Dios por brindarme la oportunidad de estudiar una carrera profesional; También quiero agradecer a mi familia en especial a mi madre Luz Dary Niño y mis hermanos los cuales fueron y son indispensables en todos mis proyectos, quiero agradecerles a mis tíos que me brindaron un apoyo incondicional durante este proyecto de vida y también quiero agradecerles a mis profesores en especial al profesor Ilich Villamizar por todo lo enseñado y por la paciencia, a la universidad de Pamplona y a mis compañeros de estudio los cuales aportaron un granito de arena en mi formación tanto académica como personal. Por último, me queda agradecerle a la empresa Servintegral Ltda. por permitirme realizar mis prácticas empresariales.

Tabla de Contenido

RESUMEN.....	6
1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. OBJETIVOS.....	8
2.1 OBJETIVO GENERAL	8
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
3. GENERALIDADES	9
3.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	9
3.2 MARCO GEOLÓGICO	10
3.3 GEOLOGÍA REGIONAL	10
3.3.1 Subcuenca San Juan.	10
3.3.2 Subcuenca de Atrato.	12
3.4 GEOLOGÍA DEL PETRÓLEO	13
3.5 PETROLOGÍA SEDIMENTARIA	14
3.6 ANÁLISIS MICROFACIAL	14
3 METODOLOGÍA	15
4.1 ETAPA 1: RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	15
4.2 ETAPA 2: INVENTARIO DE LAS MUESTRAS DE ROCA	16
4.3 ETAPA 3: DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LAS MUESTRAS DE ROCA:	16
4.3.1 Análisis macroscópico de las rocas sedimentarias detríticas.....	17
4.3.2 Análisis macroscópico de las rocas sedimentarias calcáreas	17
4.4 ETAPA 4. ANÁLISIS Y CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA DE LAS MUESTRAS DE ROCA EN SECCIÓN DELGADA. 18	18
4.4.1 ANÁLISIS MICROFACIAL DE LAS ROCAS SEDIMENTARIAS DETRÍTICAS.	19
4.4.2 Análisis microfacial de las rocas sedimentarias calcáreas.	19
4.4.3 Análisis Diagénético	20
4.4.4 Fotomicrografías.....	20
4.5 ETAPA 5. RESULTADOS.	20
4.6 ETAPA 6. INFORME FINAL.....	21
4 ANÁLISIS Y RESULTADOS	22
4.1 ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LAS MUESTRAS DE ROCA EN SECCIÓN DELGADA.	22
MUESTRA CH0275.....	24
MUESTRA CH0286.....	26
MUESTRA CH0287.....	28
MUESTRA CH0301.....	30
MUESTRA CH0306.....	32
MUESTRA CH0284.....	34
MUESTRA CH0288.....	36
MUESTRA CH0291.....	38
MUESTRA CH0295.....	40
MUESTRA CH0293.....	42
MUESTRA CH0294.....	44
4.2 CLASIFICACIÓN TEXTURAL	46
4.3 CLASIFICACIÓN COMPOSICIONAL	46
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
6 BIBLIOGRAFÍA.....	49
8. ANEXOS.....	50

Índice de figuras

FIGURA 1: UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.	9
FIGURA 2: COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA SUBCUENCA DE SAN JUAN, CHOCO.	11
FIGURA 3: COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA SUBCUENCA DE ATRATO, CHOCO.	13
FIGURA 4: MICROSCOPIO PETROGRÁFICO “OLYMPUS CX31 MICROSCOPE”, CÁMARA DIGITAL “MOTICAM 3.0” Y SOFTWARE DE DIGITALIZACIÓN “MOTIC IMAGE 2.0”.	14
FIGURA 5: ESQUEMA DE LA METODOLOGÍA APLICADA EN EL PROYECTO.....	15
FIGURA 6: PROCESO DE INVENTARIADO DE LAS MUESTRAS DE ROCA (AFLORAMIENTO).....	16
RECIBIDAS CON SUS RESPECTIVOS CÓDIGOS DE CAMPO Y LITOLÓGÍA.	16
FIGURA 7: FOTOGRAFÍAS (A, B, C Y D) CON SUS RESPECTIVAS ESCALAS DONDE SE OBSERVA LOS DIFERENTES TESTIGOS DE LAS MUESTRAS DESCRITAS MACROSCÓPICAMENTE.	17
FIGURA 8: MUESTRA CH0275.	25
FIGURA 9: MUESTRA CH0286 27	27
FIGURA 10: MUESTRA CH0287 29	29
FIGURA 11: MUESTRA CH0301 31	31
FIGURA 12: MUESTRA CH0306 33	33
FIGURA 13: MUESTRA CH0284 35	35
FIGURA 14: MUESTRA CH0288 37	37
FIGURA 15: MUESTRA CH0291 39	39
FIGURA 16: MUESTRA CH0295 41	41
FIGURA 17: MUESTRA CH0293 43	43
FIGURA 18: MUESTRA CH0294 45	45
FIGURA 19: TRIANGULO DE CLASIFICACIÓN TEXTURAL SEGÚN FOLK 1970.	46
FIGURA 20: TRIANGULO DE CLASIFICACIÓN COMPOSICIONAL SEGÚN (FOLK, 1974).....	47

Índice de tablas

TABLA 1: BASE DE DATOS CON LA TOTALIDAD DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS.	23
--	----

Resumen

Los análisis petrográficos abarcan la descripción textural y composicional de las rocas, mediante la microscopía de luz polarizada. Esta técnica ha sido indispensable para la descripción de todas las propiedades mineralógicas y físicas que tienen las rocas con el objetivo de darle un nombre y una clasificación.

Este estudio se realizó con base en la descripción de rocas muestreadas en diferentes rangos estratigráficos, a través de toda la columna sedimentaria de la zona central de la cuenca del Choco. La caracterización petrográfica se realizó por medio del análisis microfacial de las muestras de roca en secciones delgadas mediante la cuantificación por medio del método de conteo de puntos. La interpretación de los análisis fue realizada, teniendo en cuenta las recomendaciones del Servicio Geológico Colombiano y mediante los diagramas ternarios de Folk (1970; 1974).

Los resultados de los análisis petrográficos realizados evidencian que las rocas de esta zona de la cuenca, presentan unas características texturales y composicionales representativas de una roca almacenadora de hidrocarburos; En cuanto al contenido de materia orgánica las rocas caracterizadas presentaron un bajo contenido, que en la mayoría de muestras se encuentra de forma diseminada entre la matriz, los granos del armazón y en menor proporción relleno las microfisuras de la estructura de las rocas.

Palabras Clave: Petrografía, Cuenca del Choco, materia orgánica, roca almacenadora, sistema petrolífero.

1. Introducción

El presente estudio está enmarcado dentro de la caracterización regional de calidad de roca, llevada a cabo por el Servicio Geológico Colombino (SGC) y la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), información que alimenta la caracterización de sistema petrolífero para la zona de central de la cuenca del Choco.

Según la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH, 2007) la zona central de la cuenca del Choco presenta características estructurales, estratigráficas y sedimentarias propicias para la generación de hidrocarburos específicamente tipo II. Es por esto que es indispensable conocer las características texturales y composicionales en diferentes rangos estratigráficos, a través de toda la columna sedimentaria de esta cuenca. Debido a los resultados obtenidos en estudios geológicos anteriores, la ANH en marco de la Ronda Colombia elaborada durante el año 2021, reclasifico las cuencas sedimentarias del país con el fin de realizar nuevas etapas exploratorias. De acuerdo a esta nueva clasificación la cuenca del Choco fue catalogada como una cuenca con alto valor hidrocarburifero, es decir estas cuencas son áreas prospectivas para la exploración y producción de hidrocarburos.

En consecuencia, se determinó elaborar una caracterización petrográfica, en la cual se analizarán y describirán las muestras de roca en diferentes rangos estratigráficos, a través de toda la columna sedimentaria de la zona central de la cuenca del Choco, esto utilizando la técnica de petrografía sedimentaria para describir las principales características tanto texturales como mineralógicas de las muestras, con el objetivo principal de clasificarlas y nombrarlas siguiendo las recomendaciones del Servicio Geológico Colombiano (SGC).

2. Objetivos

A continuación, se presentan los objetivos planteados en el desarrollo del presente trabajo.

2.1 Objetivo general

Caracterizar petrográficamente las muestras de rocas sedimentarias de la zona central de la cuenca del Choco, A partir del análisis de sus propiedades litológicas y composicionales.

2.2 Objetivos específicos

- Generar una base de datos de las muestras de rocas para llevar un control e inventario de sus códigos de campo y número de muestras.
- Identificar la composición mineralógica y la textura de las muestras de roca sedimentarias en sección delgada, a partir de los análisis macroscópico y microscópico.
- Nombrar petrográficamente las muestras de roca de acuerdo a su textura y composición, a partir de los diferentes diagramas recomendados por el servicio geológico colombiano (SGC) de acuerdo a su litología.
- Presentar un informe final con las fichas petrográficas de los análisis hechos, resaltando los aspectos más relevantes de las muestras analizadas de acuerdo a los protocolos establecidos por el servicio geológico colombiano (SGC).

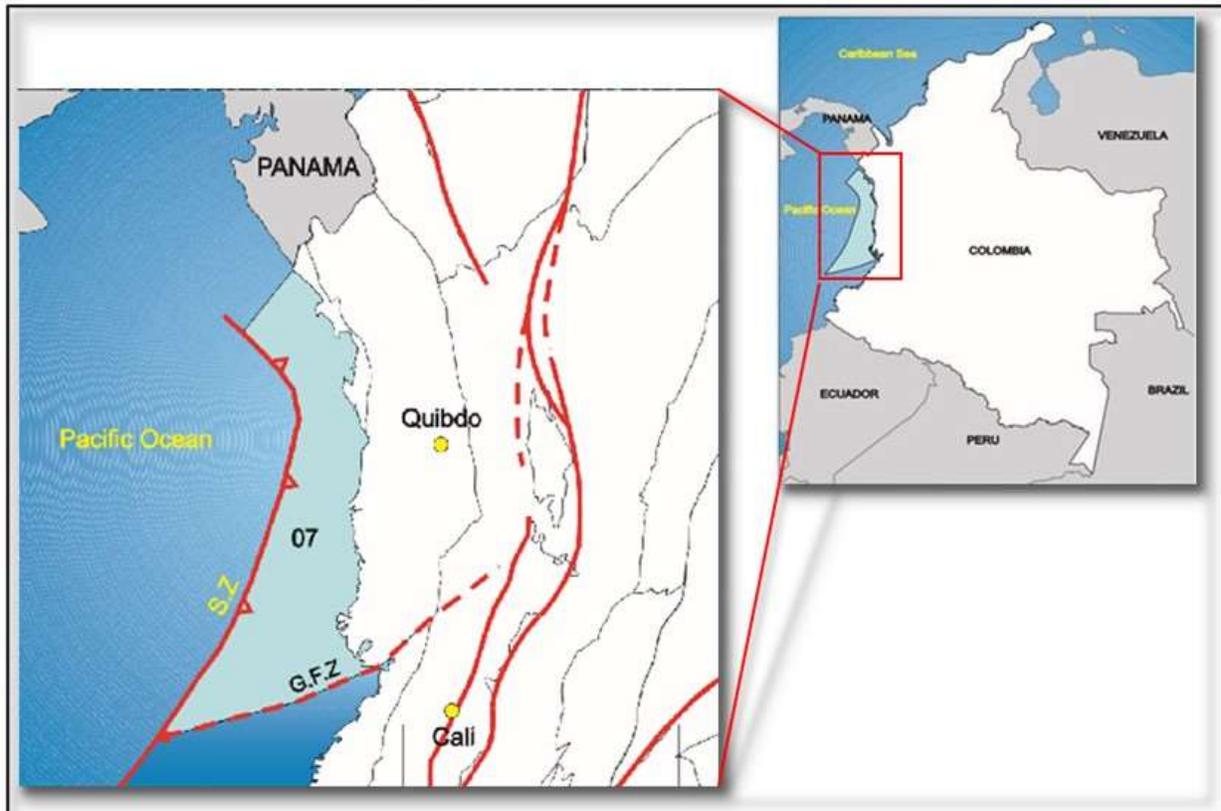
3. Generalidades

A continuación, en este apartado se exponen los aspectos geológicos del área de estudio, antecedentes y conceptos teóricos en el cual se basa el presente proyecto.

3.1 Localización geográfica

Las muestras de rocas a caracterizar petrográficamente provienen de la parte central de la cuenca del Choco, al occidente de Colombia. Esta cuenca se encuentra limitada al Noroccidente con Panamá y la serranía del Darién, al este con la cordillera Occidental, el sistema de fallas de Uramita, el batolito de Mande y la Falla de Murindo. Cediél et al, (2003).

Figura 1: Ubicación de la zona de estudio.



Fuente: Tomado de Agencia Nacional de Hidrocarburos (2007).

3.2 Marco Geológico

A continuación, en este apartado se dese describirán las principales unidades geológicas presentes en la zona de estudio

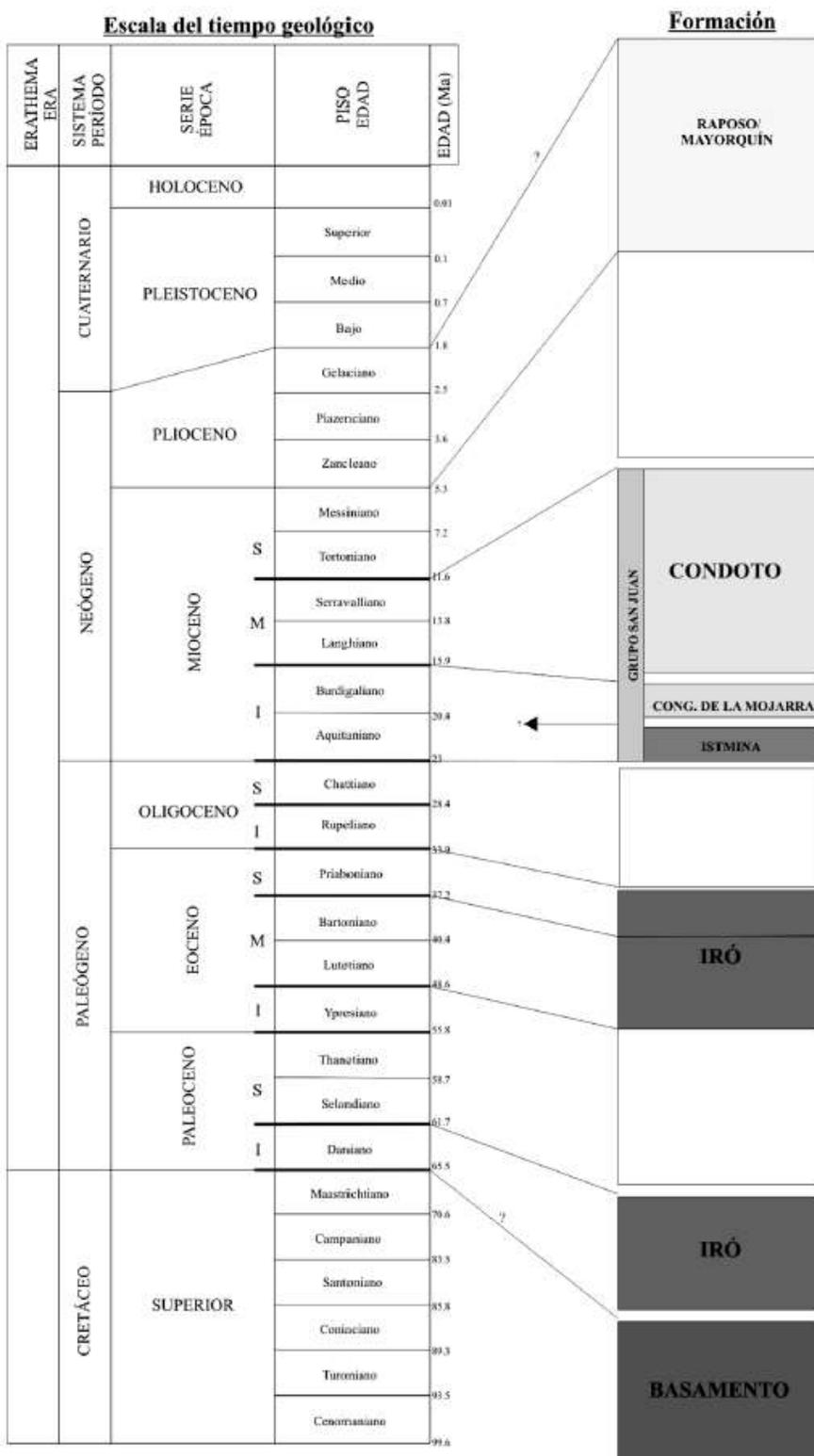
3.3 Geología Regional

La cuenca del Chocó o Cuenca San Juan-Atrato se caracteriza por ser un depósito Cenozoico asociado con ambientes que varían desde marinos a continentales sobre un basamento ígneo-sedimentario de edad Cretácica. La cuenca de Chocó se encuentra formada por las subcuencas de San Juan y Atrato, estas presentan diferentes ambientes de depositación, causados por la división que genera el sistema de fallas San Juan y la falla Murindó. Cediell et al, (2003).

3.3.1 Subcuenca San Juan.

los estudios estratigráficos realizados en la Cuenca San Juan han sido de carácter local y concentrados en el denominado Alto Condoto, valle superior del Río San Juan (BGR - Ingeominas, 1989, Rojas, O., 1967, Dunia Consultores Ltda., 2006., Figueroa, Y., Nuñez, A, 1990). A partir de los estudios allí realizados, se puede reconocer que la secuencia sedimentaria (desde el Paleoceno hasta el Plioceno) consta de cinco unidades litoestratigráficas compuesta por las formaciones Iro, grupo San Juan y la formación Reposo (Ingeominas, 2002).

Figura 2: Columna estratigráfica de la Subcuenca de San Juan, Choco.

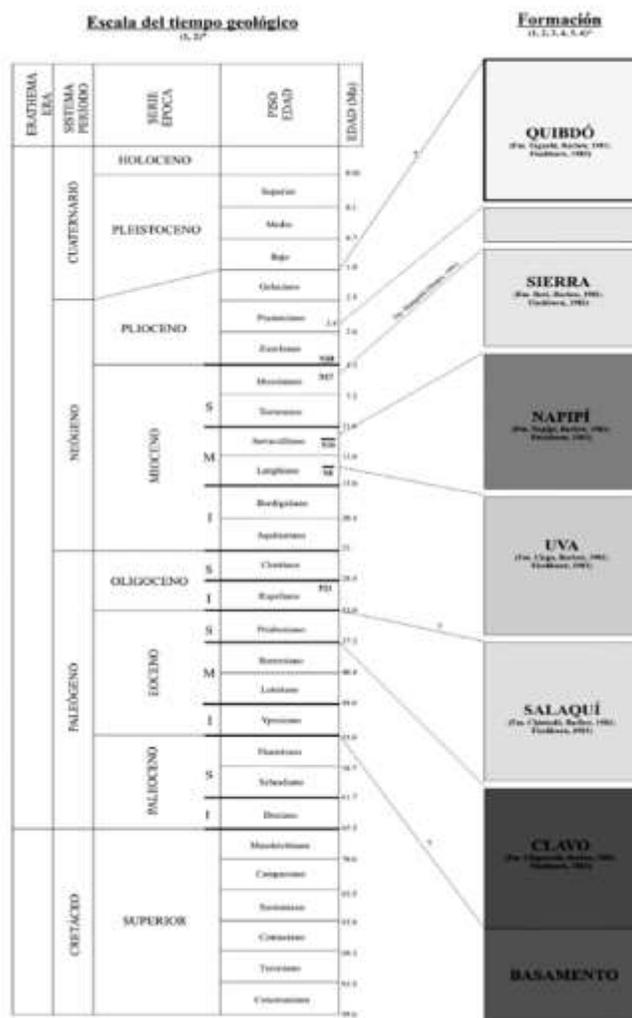


Nota: Tomada de Cediél et al, (2003).

3.3.2 Subcuenca de Atrato.

La secuencia sedimentaria que compone esta cuenca está formada por seis unidades litoestratigráficas Clavo, Salaqui, Uva, Napipí, Sierra y Quibdó. Con base en su contenido faunístico, éstas se extienden desde al menos el Eoceno Inferior hasta el Plioceno. Los ambientes de sedimentación son predominantemente marinos. Durante su desarrollo geológico más reciente se registra una marcada influencia de ambientes transicionales o continentales (Ingeominas, 2002).

Figura 3: Columna estratigráfica de la Subcuenca de Atrato, Choco.



Nota: Tomada de Cedié et al, (2003).

3.4 Geología del petróleo

Las Cuencas de los ríos Atrato y San Juan, desde la década de los 60 han sido objeto de estudios en la búsqueda de hidrocarburos (Ortiz & Valencia, 2013). Las arcillolitas y las areniscas del Miembro Nutibara se consideran las rocas generadora y reservorio respectivamente, en esta área (Texas Petroleum Company, 1990). La cuenca se encuentra altamente plegada y fracturada, y se constituyen las trampas estructurales, el principal objetivo de búsqueda, pero sin olvidar que también son importantes las trampas estratigráficas formadas por reservorios turbidíticos asociados a rocas sello debido a acuñamiento o inconformidades (Texas Petroleum Company, 1990).

3.5 Petrología Sedimentaria

Los estudios petrológicos nacieron con la invención del microscopio petrográfico (fig.4) en el año de 1849 cuando el geólogo inglés Henry Sorby, comenzó a utilizar un microscopio de este tipo y en 1851 publicó la primera descripción de una sección delgada, una caliza silicificada. La petrología sedimentaria hace referencia al estudio de los procesos de formación y características de los sedimentos y las rocas sedimentarias (Alonso Zarza, 2013).

Figura 4: Microscopio petrográfico “Olympus CX31 Microscope”, cámara digital “Moticam 3.0” y software de digitalización “Motic Image 2.0”.



Nota: Fuente: Autor.

3.6 Análisis microfacial

El término microfacies se refiere a las facies sedimentarias que pueden ser estudiadas y caracterizadas en pequeñas secciones de una roca. El nombre es generalmente aplicado a las características que pueden ser determinadas mediante el estudio de secciones delgadas con un microscopio petrográfico o por métodos similares. Flügel (2004) define el término microfacies como “el total de todos los criterios paleontológicos y sedimentológicos, los cuales pueden ser clasificados en secciones delgadas, pellejos y secciones pulidas (Espinel Arias & Hurtado Henao, 2010).

3 Metodología

El presente proyecto tiene como objetivo caracterizar y clasificar petrográficamente las muestras de roca sedimentarias de la zona central de la cuenca del Choco mediante el análisis y descripción de sus propiedades texturales y composicionales. Para ello se realizaron las siguientes etapas explicitas las cuales conllevarán a efectuar el objetivo general propuesto.

Figura 5: Esquema de la metodología aplicada en el proyecto



Fuente: Autor

4.1 Etapa 1: Recopilación bibliográfica

En esta etapa de la metodología se realizó la recopilación de información bibliográfica, como trabajos de grado, artículos, libros, entre otros, relacionados con el tema de estudio de este proyecto. Además de estos trabajos también se recopilaron manuales mineralógicos y atlas petrográficos, que sirvieron como guía para realizar los análisis y clasificación tanto macro como microscópicos de las muestras de roca. Se tomaron como fuente las bases de datos de diversas entidades como el Servicio Geológico Colombiano (SGC), la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) y Ecopetrol.

4.2 Etapa 2: Inventario de las muestras de roca

En esta etapa de la metodología se llevó a cabo un inventario de las 11 muestras a caracterizar en una base de datos con la totalidad de muestras que van hacer expuestas a estos estudios, controlando sus respectivos cogidos de campo, litología, profundidad y localidad del muestreo (Fig. 15). Esta base de datos se elaboró en Microsoft Excel y con el fin de tener un mejor manejo y seguimiento de las muestras analizadas por parte de la empresa. La tabla de inventarió de las muestras se presenta en detalle en el apartado de anexos.

*Figura 6: Proceso de inventariado de las muestras de roca (afloramiento)
Recibidas con sus respectivos códigos de campo y litología.*



Fuente: Autor

4.3 Etapa 3: Descripción macroscópica de las muestras de roca:

En esta etapa de la metodología se realizó el análisis y descripción macroscópica de las muestras de roca, por medio de la lupa a los 11 testigos de las muestras que son el resultado de la elaboración de la sección delgada (Fig. 16). Estos análisis se realizaron siguiendo los protocolos recomendados por el Servicio Geológico Colombiano (SGC).

Figura 7: fotografías (A, B, C Y D) con sus respectivas escalas donde se observa los diferentes testigos de las muestras descritas macroscópicamente.



Fuente: Autor

4.3.1 Análisis macroscópico de las rocas sedimentarias detríticas

Para el análisis macroscópico de las muestras rocas sedimentarias detríticas inicialmente se describió la parte textural y el color de la roca (empleando la carta de color de Munsell). En el análisis textural se describieron las características granulométricas como el tamaño, la redondez, esfericidad, madurez, tipo de cemento y matriz; Una vez definidos estos parámetros se clasifico y nombro la muestra de acuerdo a su textura siguiendo los diferentes diagramas y tablas propuestas por diferentes autores entre ellos Folk (1951, 1974) y Pettijohn et al., (1973), en este caso para rocas sedimentarias detríticas.

Siguiendo la metodología, posteriormente se realizó el análisis y descripción composicional de las 11 muestra de roca, definiendo porcentajes aproximados de minerales primarios y minerales accesorios para así clasificar la muestra composicionalmente. Adicionalmente se realizó una prueba de fosfatos con HNO₃, al 30% y de carbonatos con HCl al 10%, esto para determinar sus contenidos en la roca.

4.3.2 Análisis macroscópico de las rocas sedimentarias calcáreas

En el del análisis macroscópico de las rocas calcáreas, se aplicó la misma metodología que se utilizó para las rocas detríticas, es decir se inició con la descripción del componente textural y el componente aloquímico compuesto a su vez por los granos o partículas esqueléticas que

compone la muestra, además se describieron los granos o partículas no esqueléticas como lo son los peloides, ooides, pisolitos, oncolitos y otras partículas compuestas. Posteriormente se describió el componente ortoquímico de la roca, es decir el tipo de cemento o matriz que la componen. En el caso en el que la fracción bioclástica presento tamaños superiores a los 2mm; se describió el color empleando la carta de color de Munsell. Una vez definidos y descritos estos parámetros se clasifico y nombro la muestra de acuerdo a la fracción alquímica y ortoquímica utilizando los diagramas y tablas propuestas por Dunham (1962) y Folk (1962). Adicionalmente se realiza una prueba de fosfatos con HNO₃, al 30% y de carbonatos con HCl al 10%.

4.4 Etapa 4. Análisis y clasificación petrográfica de las muestras de roca en sección delgada.

Esta cuarta etapa de la metodología tiene como objetivo efectuar el análisis y descripción petrográfica microfacial de las muestras de roca en sección delgada, a partir de la caracterización de componentes primarios y secundarios. Estas descripciones se realizaron siguiendo los protocolos recomendados por el SGC. El análisis petrográfico microfacial se realizó utilizando un microscopio de luz transmitida “Olympus CX31 Microscope” del laboratorio de la empresa SERVINTEGRAL LTDA con una cámara adaptada Moticam 3.0 MP, la digitalización y visualización de las muestras se realizó mediante el software (Motic Images Plus 2.0). La clasificación modal se realizó a partir del conteo de aproximadamente de un barrido de la selección teniendo en cuenta las estructuras sedimentarias existentes y contabilizando un promedio de 300 a 350 puntos de acuerdo al método propuesto por Stoltman (1989) y recomendado por el Servicio Geológico Colombiano (Tabla 1).

4.4.1 Análisis microfacial de las rocas sedimentarias detríticas.

Para el análisis microfacial de las muestras de rocas y de acuerdo a la metodología recomendada por el SGC, inicialmente se realizó el análisis y descripción del componente textural de la roca, es decir se determinaron parámetros como el tamaño de grano, la redondez, la madurez textural, la esfericidad, el cemento y la matriz, también se determinaron otros parámetros como la homogeneidad de la roca, las laminaciones presentes, la bioturbación, orientación de los granos y la porosidad de la muestra, con estos parámetros establecidos se clasifico y nombro texturalmente la muestra con los triángulos texturales de clasificación de Folk (1954). En este caso para rocas sedimentarias detríticas. Como segunda etapa del análisis microfacial se determinaron las fases mineralógicas con un orden sistemático de minerales terrígenos, granos aloquímico, minerales ortoquímicos y materia orgánica. En la composición mineralógica se determinó los porcentajes de los minerales primarios y otros componentes terrígenos como los minerales opacos y minerales arcillosos, cabe resaltar que la suma de los porcentajes debe ser el 100% de la composición de la roca tanto para la clasificación textural como composicional. Una vez analizadas y descritas las muestras se clasificaron y nombraron composicionalmente de acuerdo a los triángulos de clasificación composicional de Folk (1974).

4.4.2 Análisis microfacial de las rocas sedimentarias calcáreas.

Para el análisis de las rocas químicas, primeramente, se describieron como primera medida el componente aloquímico esquelatales entre ellos los foraminíferos, radiolarios, esponjas y los granos no esquelatales como los ooides, pisoides, intraclastos, extraclastos, pellets y pisoides. Posteriormente se analizó la fracción ortoquímica en la cual se describieron los minerales que se han precipitado durante la sedimentación y que puede estar como cementante de granos o haciendo parte del soporte de la roca como carbonatos, sílice, fosfatos. Por último, se describieron el tipo y

disposición de la materia orgánica en la muestra.

la porosidad se describió en base en la propuesta de Choquette y Pray (1970), caracterizando el tipo de fábrica (selectiva o no selectiva), para estimar un porcentaje promedio de porosidad. Cabe resaltar que la muestra presenta impregnación con epoxi azul para resaltar porosidad y tinción para diferenciar feldespatos y carbonatos según su contenido de hierro.

Una vez analizadas y descritas las muestras de roca en sección delgada se clasificaron composicionalmente. En la clasificación textural y composicional de las rocas calcáreas se empleó los términos propuestos por Folk (1959, 1962) y Dumhan (1962), respectivamente.

4.4.3 Análisis Diagénético

En el análisis diagénético se describieron los procesos diagénéticos que afectaron la roca como el desarrollo de minerales autógenos, sobrecrecimiento de cuarzo, deformación de micas y líticas. Estos procesos diagénéticos se describieron siguiendo la metodología planteada en el trabajo investigativo de Cumbean y Slots (1969).

4.4.4 Fotomicrografías

En los 11 análisis hechos se realizó la toma de mínimo 4 fotomicrografías de alta calidad (2X, 4X y 10X) de cada sección delgada analizada. Las fotomicrografías se editaron, resaltando la escala y el objetivo óptico con los cuales fueron tomadas.

4.5 Etapa 5. Resultados.

Los resultados obtenidos de los análisis, descripción y clasificación petrográfica se plasmaron en fichas petrográficas diseñadas con los principales parámetros texturales y composicionales de las muestras, en estas fichas también se anexaron las fotomicrografías de cada muestra resaltando los principales minerales, texturas o estructuras presentes.

4.6 Etapa 6. Informe final

En esta última etapa de la metodología se redactó un informe final en normas APA 7^a edición, donde se plasmaron los objetivos, la metodología, resultados y recomendaciones obtenidas a partir de los análisis petrográficos desarrollados en la empresa SERVINTEGRAL LTDA.

4 Análisis y Resultados

En la siguiente sección se presentan los resultados de los análisis petrográficos de 11 muestras de rocas (Afloramiento) sedimentarias de la zona central de la cuenca del Choco. Esta caracterización permitió determinar las características texturales y composicional de las muestras, mediante el análisis petrográfico y macroscópicos de sus características litológicas. Los análisis hechos fueron plasmados en fichas petrográficas; Cabe resaltar que por motivos de confidencialidad las muestras recibidas no cuentan con información detallada como coordenadas y unidad litoestratigráfica. Además, las secciones delgadas cuentan con tinción de fondo azul por medio de epoxi para identificar el tipo de porosidad; Las muestras también cuentan con tinción (tinción de feldespatos) para identificar feldespatos potásicos de los calcosódicos o plagioclasas, debido a que la tinción tiñe únicamente el potasio.

4.1 Análisis y descripción petrográfica de las muestras de roca en sección delgada.

Se realizó las descripciones detalladas de los componentes mineralógicos, como de las relaciones texturales para cada una de las muestras. En general las muestras corresponden en su mayoría a rocas sedimentarias detríticas de grano fino, submaduras a inmaduras y en general con un alto contenido en feldespatos; Además se evidencio en la mayoría de las muestras una porosidad primaria de tipo intergranular y un pobre contenido de materia orgánica, la cual se encuentra de manera diseminada en la mayoría de las muestras.

Tabla 1: Base de datos con la totalidad de las muestras analizadas.

INVENTARIO DE MUESTRAS DE ROCA A CARACTERIZAR						
#	ID muestra	N° IGM	Clasificación textural	Clasificación composicional	Puntos	Departamento
1	CH0275	5092148	Chert	Chert	311	CHOCO
2	CH0286	5092150	Arenisca lodosa	Litoarenita feldespática.	301	CHOCO
3	CH0287	5092151	Arenisca lodosa	Litoarenita feldespática	300	CHOCO
4	CH0301	5092153	Arenisca lodosa	Arcosa lítica	306	CHOCO
5	CH0306	5092155	Limolita	Arcosa	341	CHOCO
6	CH0284	5092159	Arenisca limosa	Litoarenita feldespática	309	CHOCO
7	CH0288	5093032	Arenisca ligeramente conglomerática.	Arcosa ligeramente calcárea	310	CHOCO
8	CH0291	5093123	Arenisca ligeramente conglomerática.	Arcosa lítica	331	CHOCO
9	CH0295	5093130	Arenisca ligeramente conglomerática.	Arcosa	307	CHOCO
10	CH0293	5093132	Arenisca ligeramente conglomerática.	Arcosa	314	CHOCO
11	CH0294	5093134	Arenisca lodosa ligeramente conglomerática	Arcosa	316	CHOCO

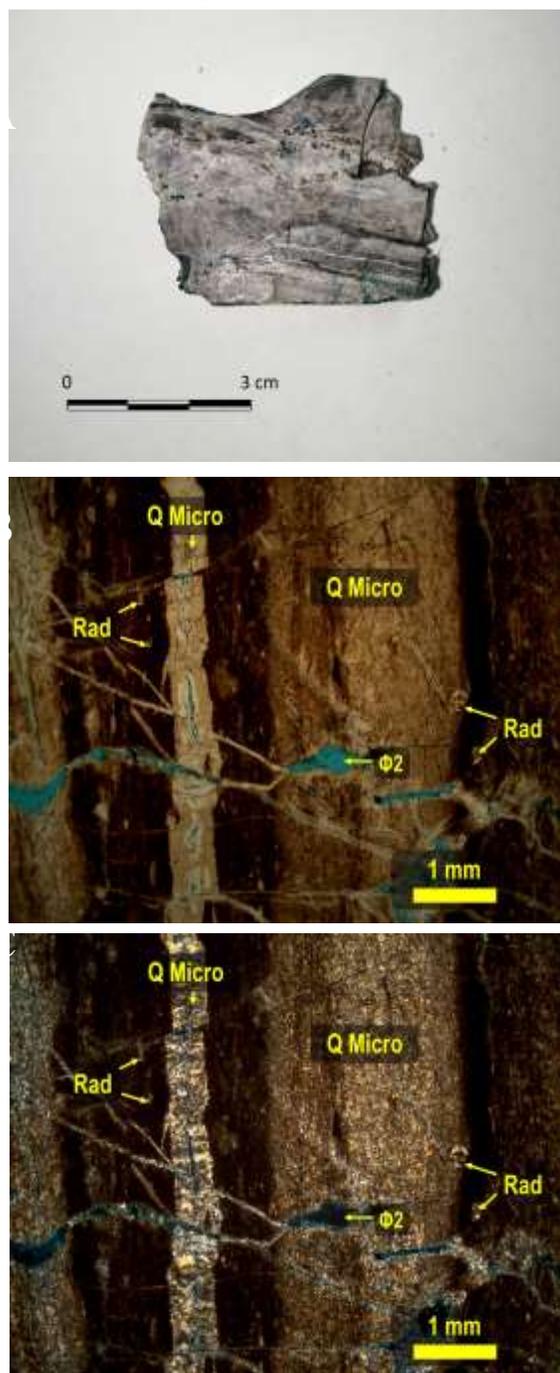
Nota: Relación del control de puntos, litología y clasificación composicional de las muestras. Fuente: Autor.

La clasificación de cada una de las litologías se realizó mediante un conteo de 300 a 350 puntos en promedio por sección delgada (Tabla 1), los resultados normalizados se encuentran compilados en la descripción microscópica descrita continuación:

Muestra CH0275

Muestra compuesta por una matriz de sílice microcristalina constituida por cuarzo microcristalino (76,8%), con diferentes tamaños de cristal, exhibiendo ocasionalmente hábito fibrosoradiado. En menor porcentaje radiolarios (9%) que se disponen predominantemente en el nivel superior, de tonalidad oscura, y se identifican por sus formas esféricas, reemplazados en su interior por cuarzo microcristalino. Se presentan en tamaños de grano arena muy fina a limo, comúnmente en contactos flotantes. La materia orgánica (1,7%) se presenta en agregados muy finos, dispersos en la matriz de lodo calcáreo. Se presenta de tonalidad negra. La muestra presenta una porosidad secundaria (12, 5%) asociada a microfracturas que atraviesan la estructura de la roca.

Figura 8: Muestra CH0275.

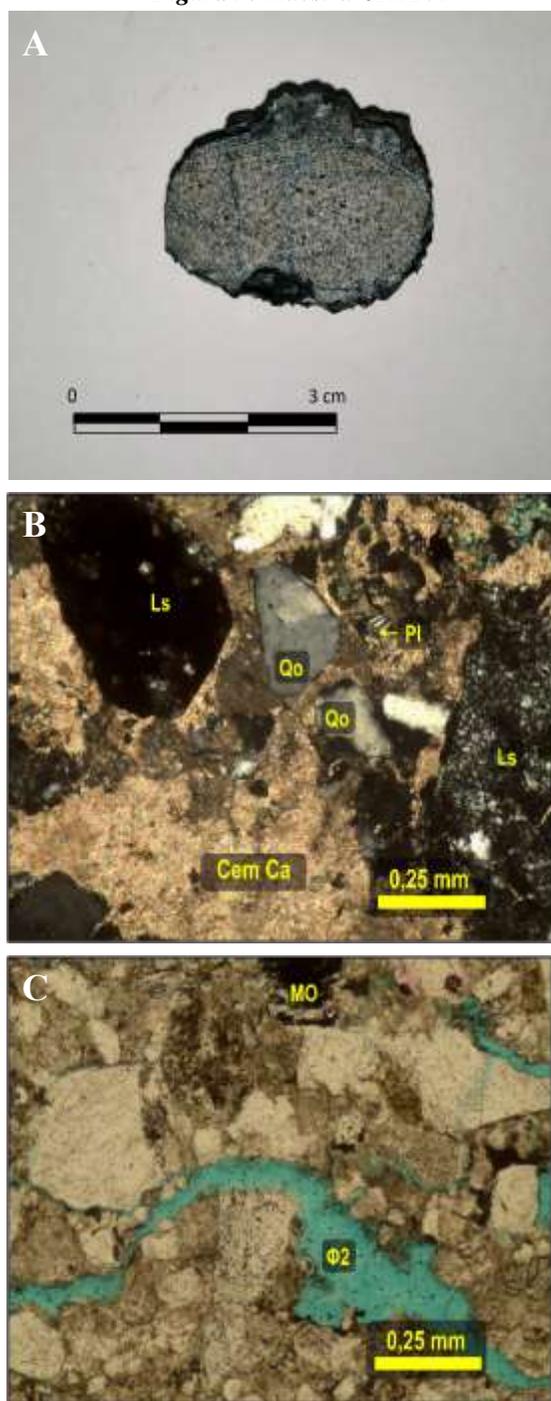


Nota: (A) Chert con laminación plano paralela. (B) Fotomicrografía en aumento 10x en nicoles PPL, donde se observa en detalle la variación de los tamaños de cristales del cuarzo microcristalino (Q Micro), además del hábito fibrosoradiado que exhibe especialmente cuando se encuentra rellenando venas. En cuanto a las fracturas pueden presentarse abiertas dando lugar a porosidad secundaria ($\Phi 2$) o pueden encontrarse rellenas cuarzo recristalizado; (C) Se muestra una zona constituida principalmente por cuarzo microcristalino (Q Micro) con diferentes tamaños de cristal, así como variaciones en la proporción de impurezas asociadas a material ferruginoso y materia orgánica. En ambos niveles se destaca la presencia de bioclastos identificados como radiolarios (Rad).

Muestra CH0286

Muestra constituida por granos tamaño arena media a muy fina, con fracción tamaño arena gruesa y muy gruesa, con escasa matriz limo arcillosa. La muestra presenta estructura masiva y texturalmente se clasifica como inmadura. La composición de estos granos es variada y está constituida principalmente por Cuarzo monocristalino (9,9%) en granos subangulares y subredondeados,; Cuarzo policristalino (17,6%) en granos subangulares y subredondeados de origen ígneo y metamórfico, tamaño arena muy gruesa a fina, en contactos longitudinales; Feldespato potásico (18,7%) en granos redondeados a subredondeados y en su mayoría elongados; plagioclasa (6,6%) en granos subredodeados con buena esfericidad; fragmentos líticos (29,1%) identificados de composición felsítica,; Micas (3,2%) en granos que se presentan como cristales longitudinales de tonalidad azul y parda respectivamente, localmente ductilizados; Materia orgánica (1%) que se presenta diseminada en la matriz. Cemento (4,6%) de composición calcita no ferruginosa.

Figura 9: Muestra CH0286

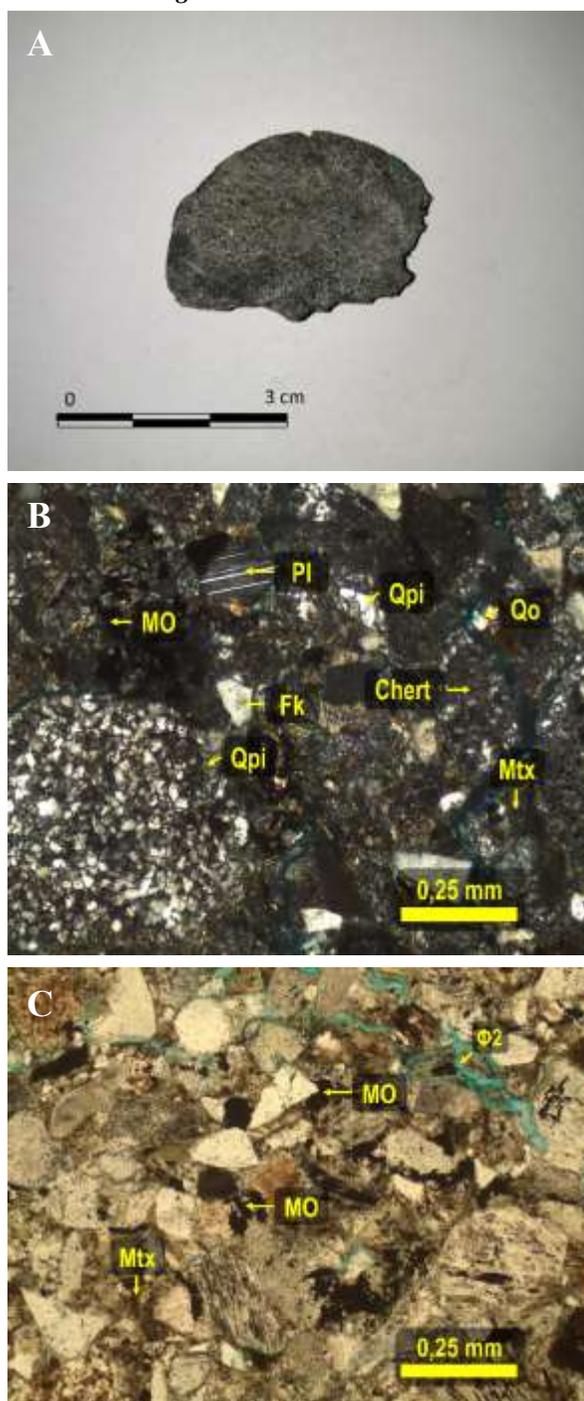


Nota: (A) Arenisca lítica de tonalidad negra grisácea (N2). (B) Fotomicrografía en aumento 10x en nicoles XPL, donde se muestran grano de plagioclasa (Pl) exhibiendo macla polisintética y feldespato potásico tipo ortoclasa (Fk). Ambos desarrollando procesos de alteración a minerales arcillosos. Como accesorios se identifica moscovita (Ms) y relleno de espacios intergranulares se presenta la matriz limo-arcillosa (Mtx). (C) Fotomicrografía en aumento 10X en nicoles PPL, en esta fracción de muestra se evidencia la porosidad secundaria (Φ) asociada a procesos de disolución. También se observa la materia orgánica (MO) dispersa localmente en la matriz de la muestra.

Muestra CH0287

Muestra poco homogénea con un rango de tamaño de grano que varía desde arena muy gruesa a arena muy fina, subangulares, con moderada a baja redondez y con escasa selección, en una matriz limo-arcillosa. Composicionalmente está constituida por Cuarzo monocristalino (10,5%) se observa en granos subangulares y subredondeados, con extinción recta y en menor concentración de extinción ondulosa, tamaño arena gruesa a limo, en contactos puntuales y longitudinales; Cuarzo policristalino (12,7%) se presenta en granos subangulares y subredondeados de origen ígneo y metamórfico, tamaño arena gruesa a fina, en contactos puntuales y longitudinales; Feldespato potásico (12,4%) que se compone principalmente de ortoclasa, tamaño arena gruesa a arena muy fina, en formas subredondeadas y subangulares, en contactos puntuales y longitudinales.; plagioclasa (5,6%) que se presenta con macla polisintética, de tamaños arena gruesa a muy fina, subredondeados, en contactos puntuales, longitudinales; Micas (3,9%) identificadas como moscovita y biotita; minerales arcillosos (14,1%) como constituyente de la matriz; Fragmentos líticos que presentan distinta génesis dentro de los cuales hay Fragmentos de roca volcánicos (2%) clasificados en felsíticos compuestos de una matriz criptocristalina de cuarzo y feldespato potásico; fragmentos de rocas metamórficas (4,2%) compuestos por rocas foliadas y no foliadas.; Fragmentos de roca plutónicas (9,5%) que están constituidos principalmente por fragmentos de rocas plutónicas félsicas asociadas probablemente a granitoides. fragmentos líticos sedimentarios (17,6%) se identifican principalmente como fragmentos de chert y en menor proporción fragmentos de limolitas y micritas. En menor proporción se evidencia materia orgánica (2,0%) que se presenta en agregados entre los espacios porales, con tonalidad marrón oscuro a negra.

Figura 10: Muestra CH0287

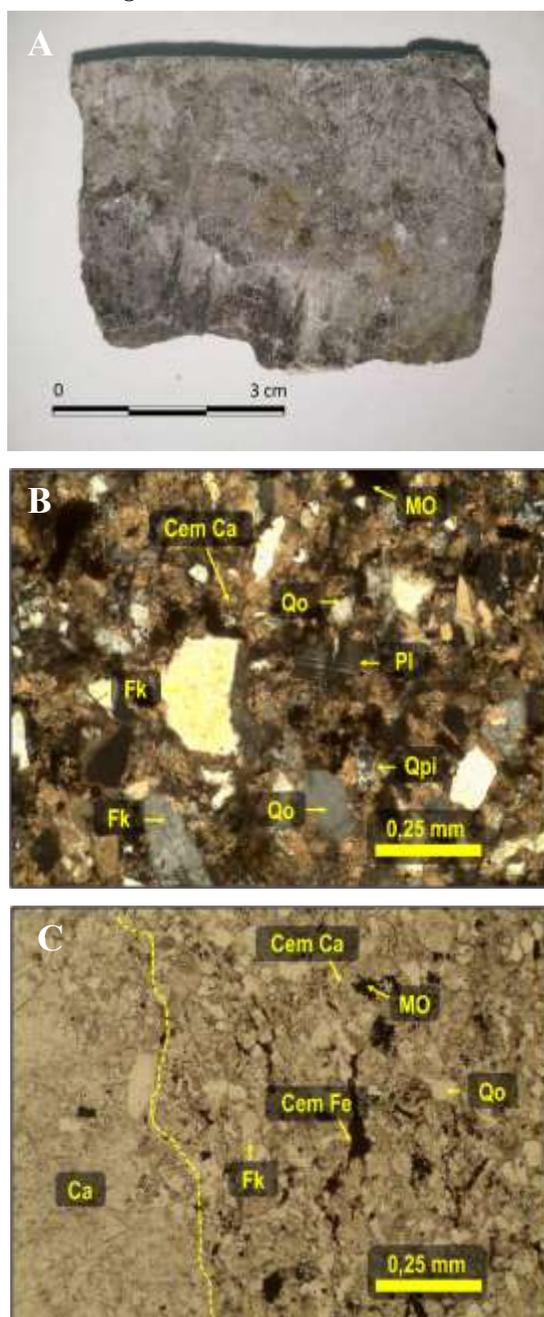


Nota: (A) Arenisca lítica con matriz lodosa, de tonalidad gris oscura (N3). (B) Fotomicrografía en aumento 10x en nicoles XPL, se identifican algunos de los principales constituyentes del armazón de la muestra: cuarzo monocristalino (Qo), cuarzo policristalino ígneo (Qpi), feldespato potásico (Fk), plagioclasa (Pl) y fragmentos sedimentarios de chert (Chert). (C) Fotomicrografía en aumento 10X en nicoles PPL, en esta fracción de muestra se evidencia que en los espacios intergranulares se encuentra la matriz limoarcillosa (Mtx), materia orgánica en la matriz de la roca (MO) y porosidad secundaria asociada a disolución ($\Phi 2$).

Muestra CH0301

Texturalmente la muestra se clasifica como madura, moderadamente seleccionada, con granos en formas subredondeadas a subangulares. Composicionalmente la muestra está constituida por Cuarzo monocristalino (29%) que se presentan en granos subangulares a subredondeados de tamaño arena fina a limo. Algunos granos presentan extinción ondulante; Cuarzo policristalino (6,39%) se presenta en granos subredondeados y subangulares de origen ígneo, con tamaño arena fina a limo; Feldespato potásico (15,3%) que se compone principalmente de ortoclasa, tamaño arena gruesa a arena muy fina, en formas subredondeadas y subangulares, en contactos puntuales y longitudinales.; plagioclasa (9,2%) que se presentan en granos subredondeados con buena esfericidad; Micas (4,4%) Moscovita y Biotita. Se presentan como cristales longitudinales de tonalidad azul y parda respectivamente, localmente ductilizados; Fragmentos líticos sedimentarios (10,2%) identificados principalmente como fragmentos de chert. Se presentan con formas subredondeadas con tamaños de grano arena fina a muy fina. La materia orgánica (1,3%) se presenta como agregados de tonalidad café oscuro y negro, localizado entre la matriz y los granos del armazón. El material cementante está constituido por calcita no ferruginosa, por su tonalidad rosada debido a la tinción. Este componente se encuentre rellenando espacios intergranulares. También se presenta como material de relleno en las venas que cortan la estructura de la roca.

Figura 11: Muestra CH0301

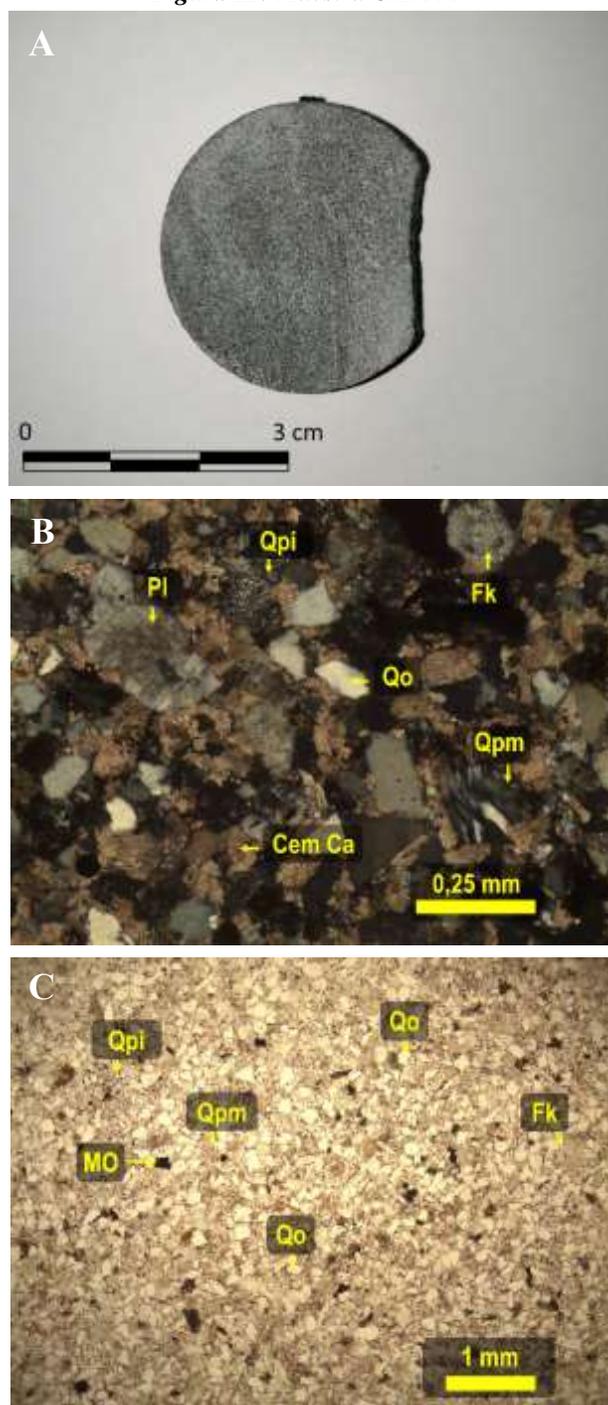


Nota: (A) Limolita con cemento calcáreo, de tonalidad gris medio claro (N6). (B) Fotomicrografía en aumento 10x en nicoles XPL, En esta fracción de muestra se destacan los constituyentes principales del armazón de la roca: cuarzo monocristalino (Qo), cuarzo policristalino de origen ígneo (Qpi), feldespato potásico (Fk) y plagioclasa (Pl). (C) Fotomicrografía en aumento 10X en nicoles PPL, se destaca una zona de contacto entre una vena con calcita (Ca) y la limolita calcárea.

Muestra CH0306

Muestra homogénea, con granos tamaño arena fina a limo, Subangulares a subredondeados, moderadamente esféricos, con matriz arcillosa. Composicionalmente la muestra está constituida por Cuarzo monocristalino (31,7%) que se presentan subangulares a subredondeados de tamaño arena fina y en menor proporción arena muy fina. Precipitación de cemento arcilloso hacia los bordes; cuarzo policristalino (1,8%) como granos de origen metamórfico subangulares a subredondeados con relieve bajo y tamaño arena fina y muy fina; Feldespato potásico (13,6%) identificado principalmente como ortosa; Plagioclasa (11,8%) en formas tabulares, subangulares a subredondeados con macla polisintética y en menor proporción tipo Carlsbad de color gris con tamaño de grano arena fina a muy fina; Micas (3,3%) identificadas como moscovita, se observa en formas tabulares onduladas, redondeando granos de feldespato y cuarzo monocristalino; Minerales arcillosos (2,1%) como agregado entre el armazón de la roca y está constituido principalmente por minerales arcillosos tipo sericita y caolinita. Conforman la escasa matriz de la roca. Otros terrígenos (1,8%) Identificado como circón. Granos subredondeados de tamaño arena fina con relieve alto con colores de interferencia de segundo orden; Fragmentos litios de diferente génesis entre ellos líticos volcánicos (1,5%) de composición félsica en forma de granos redondeados, subredondeados y subangulares, de tamaños que varían de arena fina a muy fina, en contactos puntuales y longitudinales; Líticos sedimentarios (3,3%) en granos subredondeados a redondeados de tamaño arena muy fina a fina con relieve moderado. La muestra presenta materia orgánica (2,1%) diseminada de tonalidad café oscuro localizado entre la matriz y los granos del armazón. El material cementante (25,7%) está compuesto principalmente como cemento cemento calcáreo y en menor proporción arcillosos.

Figura 12: Muestra CH0306

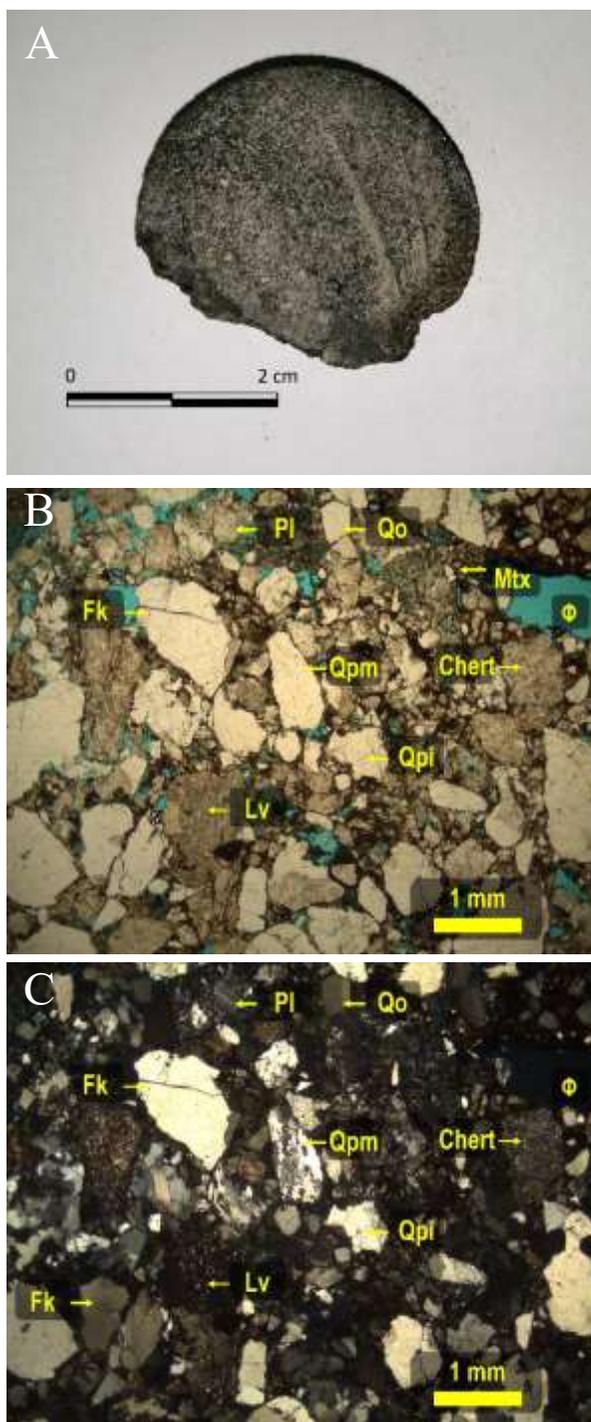


Nota: (A) Arenisca ligeramente limosa de color gris oliva claro (5Y 6/1). (B) Fotomicrografía en aumento 10x en nicoles XPL, donde se observa grano de plagioclasa (Pl), con procesos de alteración a minerales arcillosos. (C) Fotomicrografía en aumento 2X en nicoles PPL, se destaca la materia orgánica (MO) distribuida de forma diseminada.

Muestra CH0284

Muestra moderadamente homogénea, con granos que varían de tamaño arena gruesa a arena muy fina, moderadamente seleccionados, subangulares a subredondeados rodeados de matriz limo-arcillosa. La muestra presenta una porosidad primaria (11%) de tipo intergranular y una porosidad secundaria (1,9%) producto de la disolución de granos de feldespatos y plagioclasas. Composicionalmente está constituida por Cuarzo monocristalino (13,9%) en granos subangulares y subredondeados, con extinción recta y en menor concentración de extinción ondulosa, tamaño arena muy gruesa a limo, en contactos puntuales y longitudinales; Cuarzo policristalino (14,3%) que se presentan en granos subangulares y subredondeados de origen ígneo y metamórfico, tamaño arena muy gruesa a fina, en contactos longitudinales; Feldespato potásico (10%) que se componen principalmente de ortoclasa y en menor proporción microclina, tamaño arena muy gruesa a arena muy fina, en formas subredondeadas y subangulares, en contactos puntuales y longitudinales; Plagioclasa (8,1%) que se presentan con macla polisintética, tamaños arena gruesa a muy fina, subredondeados, en contactos puntuales, longitudinales. Micas (2,9%) identificadas como moscovita y clorita, se presentan en formas longitudinales; Minerales arcillosos (17,8%) compuesta de minerales arcillosos indiferenciados de tonalidad parda; Fragmentos líticos de diferente génesis entre ellos líticos volcánicos (1,9%) clasificados en félsicos compuestos de una matriz criptocristalina de cuarzo y feldespato potásico; Fragmentos líticos metamórficos (4,8%) compuestos por rocas foliadas y no foliadas. Las primeras identificadas como esquistos cuarzo-micáceos y micáceos. La no foliadas, asociadas a cuarcitas; Líticos sedimentarios (13,9%) compuestos principalmente como fragmentos de chert y en menor proporción fragmentos de limolitas. Se presentan en tamaños de grano arena gruesa a fina, en formas subangulares a subredondeadas. El material cementante (1,3%) identificado como cemento arcilloso.

Figura 13: Muestra CH0284

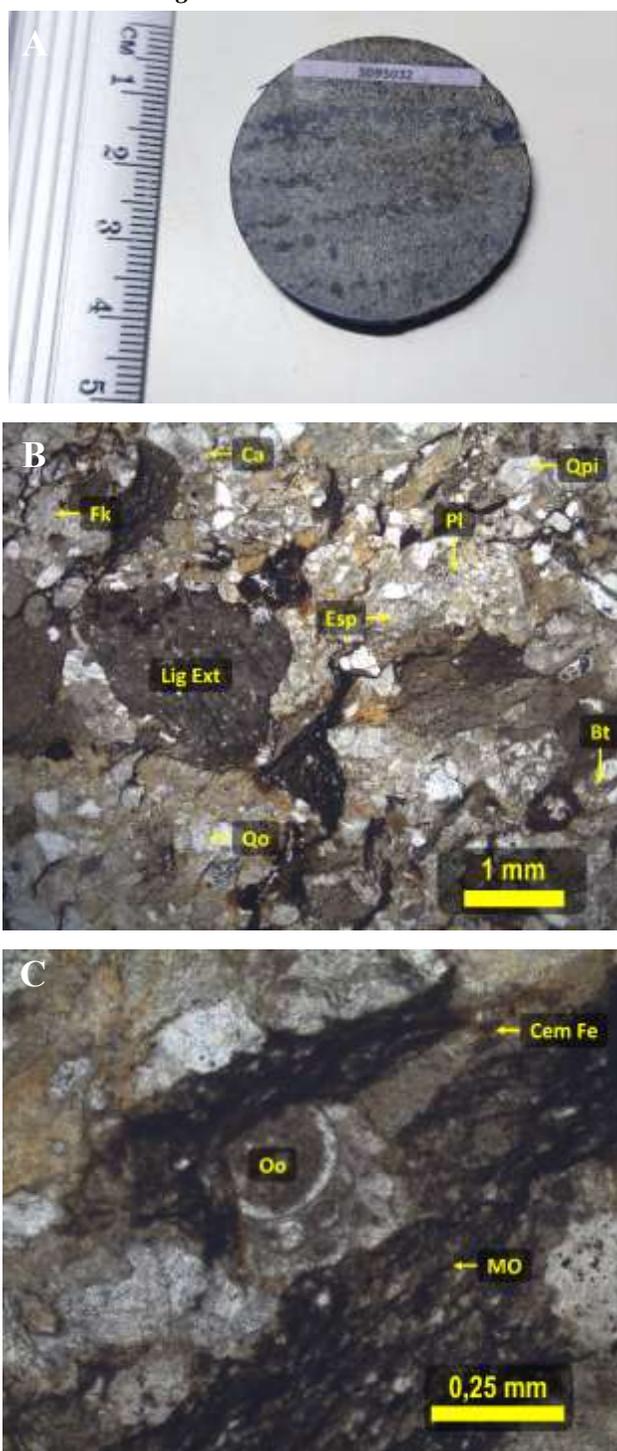


Nota: (A) Arenisca lodosa con estructura masiva de tonalidad (N5). (B) Fotomicrografía en aumento 4X en nicoles PPL, donde se identifica la matriz limoarcillosa (Mtx) y en tonalidad azul se observa porosidad primaria (Φ). (C) Fotomicrografía en aumento 4x en nicoles XPL, donde se presentan granos líticos volcánicos afaníticos (Lv, cuarzo policristalino ígneo (Qpi) y plagioclasa (Pl).

Muestra CH0288

Muestra moderadamente homogénea representada principalmente por granos de tamaño arena media, en menor proporción fina y esporádicos granos tamaño arena muy gruesa, con formas subangulares a subredondeadas, en contactos longitudinales, flotantes y cóncavoconvexos. Composicionalmente la muestra está constituida por Cuarzo monocristalino (17%) en granos subangulares a subredondeados de tamaño arena muy fina a arena gruesa y en menor proporción arena fina.; Cuarzo policristalino (1,5%) que se presentan en granos subangulares y subredondeados; Feldespato potásico (19%) se identifican principalmente como ortoclasa en formas de granos subredondeados de tamaño arena fina a media en ocasiones con alteración de minerales arcillosos tipo sericita; Plagioclasa (16%) que se presentan con formas tabulares, subangulares a subredondeados con macla polisintética y en menor proporción tipo Carlsbad, con tamaño de grano arena fina a media. Micas (7%) principalmente clorita y en menor proporción biotita con baja esfericidad; granos aloquímico (1,5) fragmentos de ooides con cristalización de carbonato de calcio de tamaño arena fina y tonalidades grisáceas, subredondeados a subangulares; Otros ortoquímicos (6%) en forma de precipitado de microesparita entre los granos principales de la roca de tonalidad gris blanquecina brillante Otros terrígenos (1%) de granos finos a muy finos de circón; minerales opacos (3%) de tamaño arena fina a muy fina, subangulares, alargados con baja esfericidad de tonalidad negra. Fragmentos líticos volcánicos (9%) subredondeados a subangulares de tamaño arena muy gruesa, afaníticos, con procesos de alteración a minerales arcillosos y pequeños cristales de plagioclasa inmersos en la matriz de la roca; La muestra presenta materia orgánica (7%) diseminada de tonalidad café oscuro y negro, localizado entre la matriz y los granos del armazón. El material cementante (12%) está compuesto por material arcilloso y calcáreo.

Figura 14: Muestra CH0288

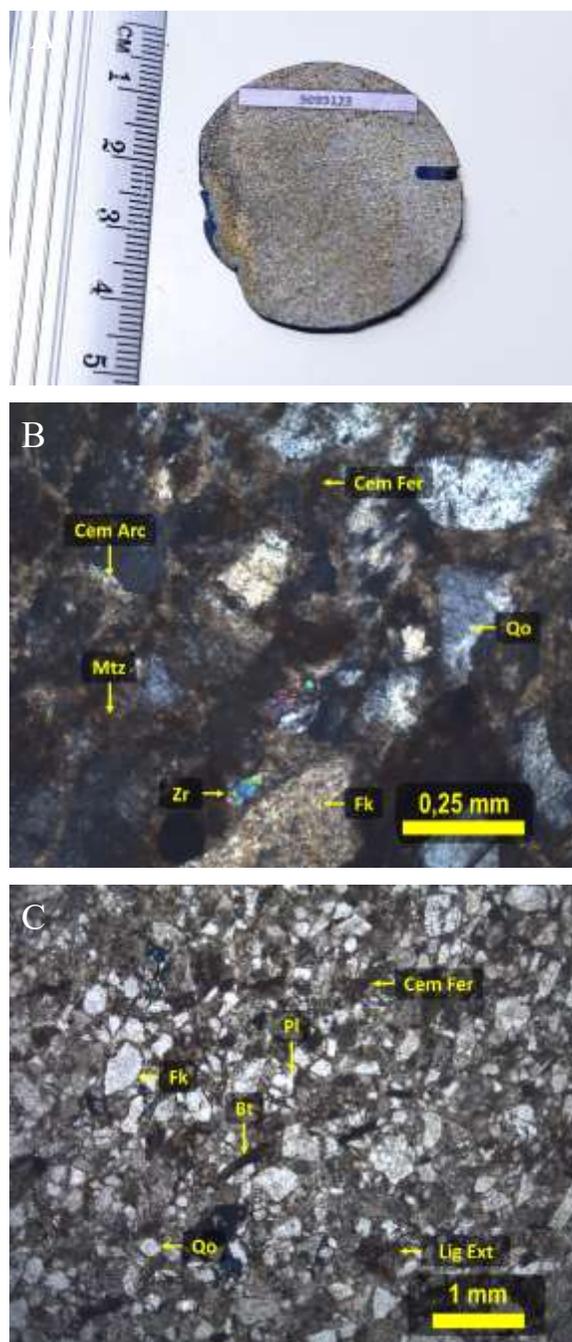


Nota: (A) Arenisca ligeramente conglomerática de tonalidad (5B 5/1). (B) Fotomicrografía en aumento 2x en nicoles PPL, se presentan los principales constituyentes identificados como cuarzo monocristalino (Qo), plagioclasa (Pl), feldespato potásico (Fk) y localmente fragmentos líticos extrusivos (Lig Ext) y cuarzo policristalino ígneo (Qpi) rodeados por cemento calcáreo (Ca) y biotitas (Bt). (C) Fotomicrografía en aumento 10X en nicoles PPL, donde se observan fragmentos de Ooides (Oo) con cristalización de calcita (Ca) y sílice rodeados de materia orgánica (MO) y cemento ferruginoso (Cem Fe) que se encuentra diseminada entre los granos principales de la roca.

Muestra CH0291

Muestra moderadamente homogénea representada principalmente por granos de tamaño fina, en menor proporción muy fina y esporádicos granos tamaño arena media, con formas subangulares a subredondeadas, en contactos longitudinales, cóncavoconvexos y en menor proporción flotantes. La muestra presenta una porosidad primaria (0,91%) de tipo intergranular. Composicionalmente la muestra está constituida por Cuarzo monocristalino (23,26%) y cuarzo policristalino (1,5%) en granos subangulares a subredondeados de tamaño arena fina a arena media y en menor proporción arena muy fina; Feldespato potásico (20,24%) se identifican principalmente como ortoclasa en formas de granos subredondeados de tamaño arena fina a media en ocasiones con alteración de minerales arcillosos tipo sericita; Plagioclasa (14,80%) se presentan con formas tabulares, subangulares con macla polisintética y en menor proporción tipo Carlsbad, con tamaño de grano arena muy fina a fina; Micas (1,51%) principalmente biotita con baja esfericidad, se observan en formas tabulares sinuosas subangulares con tamaño arena muy fina a fina y tonalidades marrón rojizas; Otros terrígenos (1,21%) de granos finos a muy finos de circón; minerales opacos (1,51%) de tamaño arena fina a muy fina, subangulares, alargados con baja esfericidad de tonalidad negra. Fragmentos líticos volcánicos (13%) en granos subredondeados a subangulares de tamaño arena muy gruesa, afaníticos, con procesos de alteración a minerales arcilloso. La muestra presenta materia orgánica (2,11%) diseminada de tonalidad café oscuro y negro, localizado entre la matriz y los granos del armazón. El material cementante (11,78%) de composición arcillosa y ferruginosa, el cemento arcilloso se presenta en los bordes de granos de cuarzo, feldespato y plagioclasa con tonalidades blanquecinas grisáceas. En cuanto al cemento ferruginoso se presenta como agregados de tonalidad rojiza localizado entre los granos del armazón.

Figura 15: Muestra CH0291

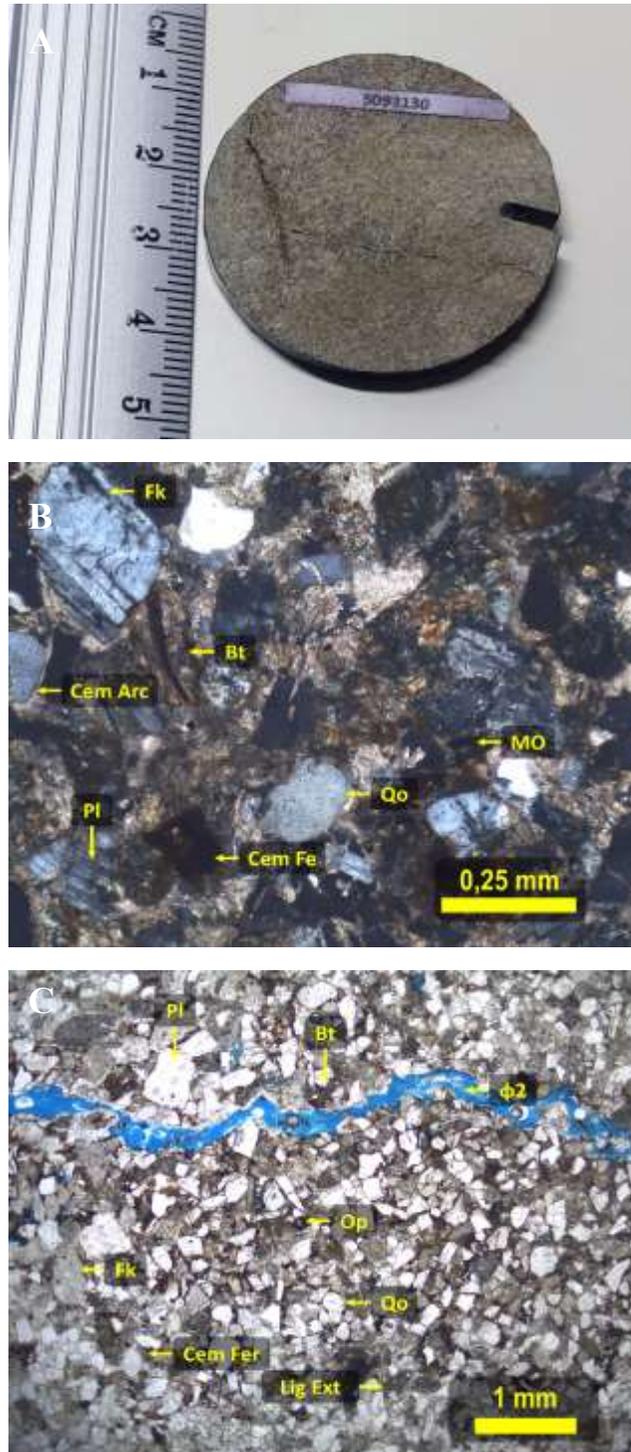


Nota: (A) Arenisca ligeramente conglomerática de tonalidad (5GY 8/1). (B) Fotomicrografía en aumento 10x en nicoles XPL, donde se observa granos de circón (Zr) rodeados de materia orgánica (MO) y cemento ferruginoso (Cem Fe) que se encuentra diseminada entre los granos principales de la roca. (C) Fotomicrografía en aumento 2X en nicoles PPL, donde se observan los principales constituyentes identificados como cuarzo monocristalino (Qo), plagioclasa (Pl), feldespato potásico (Fk) y localmente fragmentos líticos extrusivos (Lig Ext) rodeados por cemento ferruginoso (Cem Fe) y biotitas (Bt) localmente.

Muestra CH0295

Muestra moderadamente homogénea representada principalmente por granos de tamaño arena fina, en menor proporción arena muy fina y esporádicos granos tamaño arena media, con formas subangulares a subredondeadas, en contactos longitudinales, cóncavoconvexos y en menor proporción flotantes; Masiva compacta con incipiente laminación plano paralela. La muestra presenta una porosidad primaria (1,64%) de tipo intergranular y una porosidad secundaria (2,95%) asociada a fractura. Composicionalmente la muestra está constituida por Cuarzo monocristalino (16,72%) y cuarzo policristalino (3,61%) en granos subangulares a subredondeados de tamaño arena muy fina a arena media y en menor proporción arena gruesa; Feldespato potásico (21,31%) se identifican principalmente como ortoclasa en formas de granos subredondeados de tamaño arena fina a media en ocasiones con alteración de minerales arcillosos tipo sericita; Plagioclasa (15,74%) se presentan con formas tabulares, subangulares con macla polisintética y en menor proporción tipo Carlsbad, con tamaño de grano arena muy fina a fina; Micas (1,97%) principalmente biotita con baja esfericidad, se observan en formas tabulares sinuosas subangulares con tamaño arena muy fina a fina y tonalidades marrón rojizas; Minerales arcillosos (7,87%) en forma de agregados de tamaño arcilla de color café grisáceo moteado localizado entre los contactos de los granos del armazón; Otros terrígenos (1,97%) de granos finos a muy finos de circón; minerales opacos (0,98%) de tamaño arena fina a muy fina, subangulares, alargados con baja esfericidad de tonalidad negra. Fragmentos líticos volcánicos (10,49%) en granos subredondeados a subangulares de tamaño arena muy media a fina, afaníticos, con procesos de alteración a minerales arcilloso. La muestra presenta materia orgánica (3,28%) diseminada de tonalidad café oscuro y negro, localizado entre la matriz y los granos del armazón. El material cementante (12,3%) de composición arcillosa, ferruginosa y silíceo.

Figura 16: Muestra CH0295

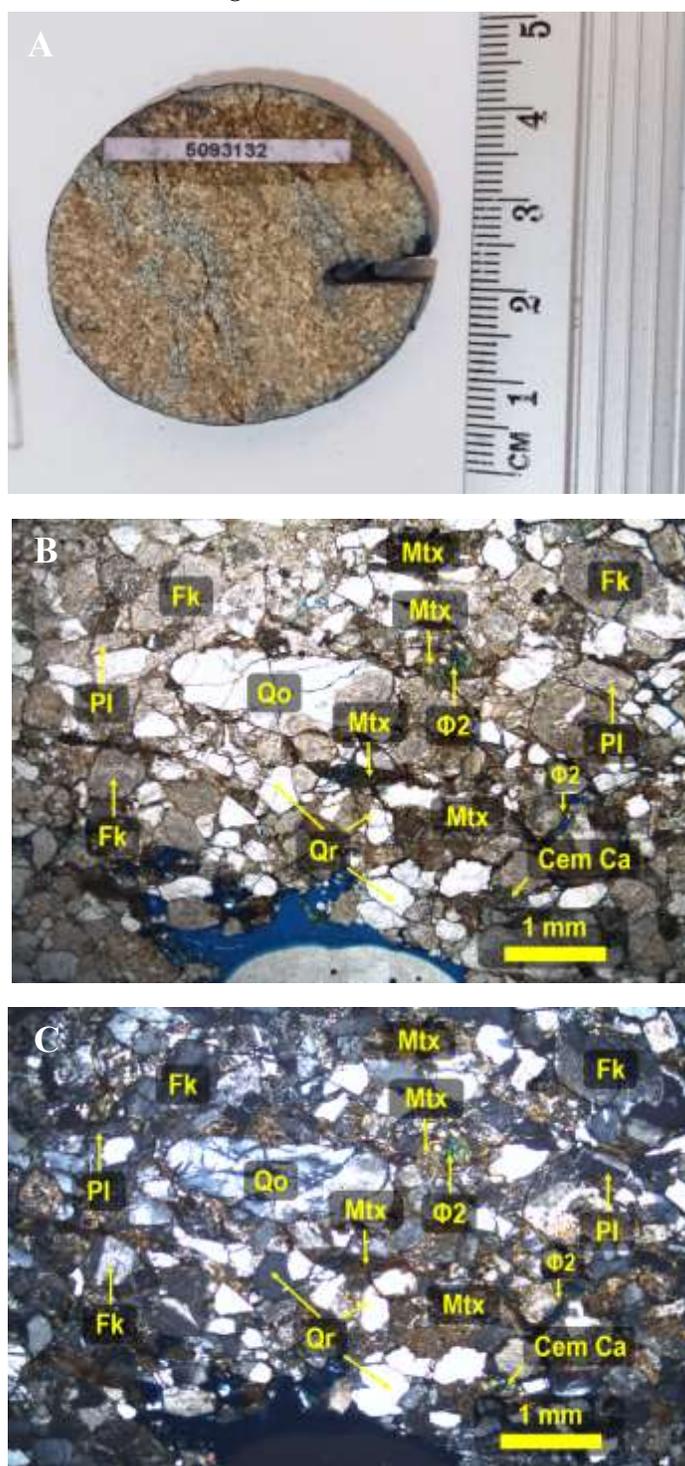


Nota: (A) Arenisca ligeramente conglomerática. (B) Fotomicrografía en aumento 10x en nicoles XPL, donde se observa los principales cementos de la roca constituidos por cemento ferruginoso (Cem Fe) y arcilloso (Cem Arc) redondeando los bordes de los granos de Feldspato potásico (Fk) y cuarzo monocristalino (Qo). Grano de biotita (Bt) con forma sinuosa y materia orgánica (MO) diseminada. (C) Fotomicrografía en aumento 2X en nicoles PPL, donde se observa la porosidad secundaria (ϕ_2) asociada a microfracturas.

Muestra CH0293

Muestra con un tamaño de grano casi homogéneo, todos sus granos están levemente orientados de tamaño promedio entre arena media y arena gruesa en contacto longitudinal, con algunas variaciones de tamaño de grano muy fino, subangulosos, con baja esfericidad y submadura. La muestra presenta una porosidad primaria (2,9%) de tipo intergranular y una porosidad secundaria (1%) asociada a la disolución de granos de feldespatos y plagioclasas. Composicionalmente la muestra está constituida por granos de cuarzo monocristalino (28%) subangulares y orientados en todo el armazón con extinción recta con un tamaño de grano entre grueso y mayoritariamente medio. Estos granos son fragmentos angulosos y con baja esfericidad en contactos longitudinales y tangenciales, exhiben una baja redondez son subangulares a subredondeados dependiendo del cristal y su tamaño; Feldespato potásico (19,1%) de tamaño de grano medio, con baja redondez y con bordes sub angulares, cambios en las formas de los granos junto con leves indicios de alteración a arcilla; Plagioclasa (19,5%) que exhibe en algunos granos extinción ondulante en contacto con los cuarzos monocristalinos con extinción recta, estos poseen contactos longitudinales y tangenciales entre ellos; Micas (5,7%) en forma de láminas pequeñas de biotita y moscovita con muy poca esfericidad y semi angulares; Minerales arcillosos (11,5%) de tamaño fino a muy fino, poco diferenciadas con texturas moteadas, constituyente de la matriz de la roca; Minerales opacos (1,9%) identificados como sulfuros altamente angulares y poco esféricos; Fragmentos líticos sedimentarios (7,6%) diferenciados altamente angulares y con muy baja esfericidad. La muestra presenta materia orgánica (3,8%) diseminada y que rodea algunos de los bordes de los granos de feldespato con tonalidades oscuras. El material cementante (3,8%) presenta una leve composición carbonácea, de color blanco correspondiente a calcita

Figura 17: Muestra CH0293

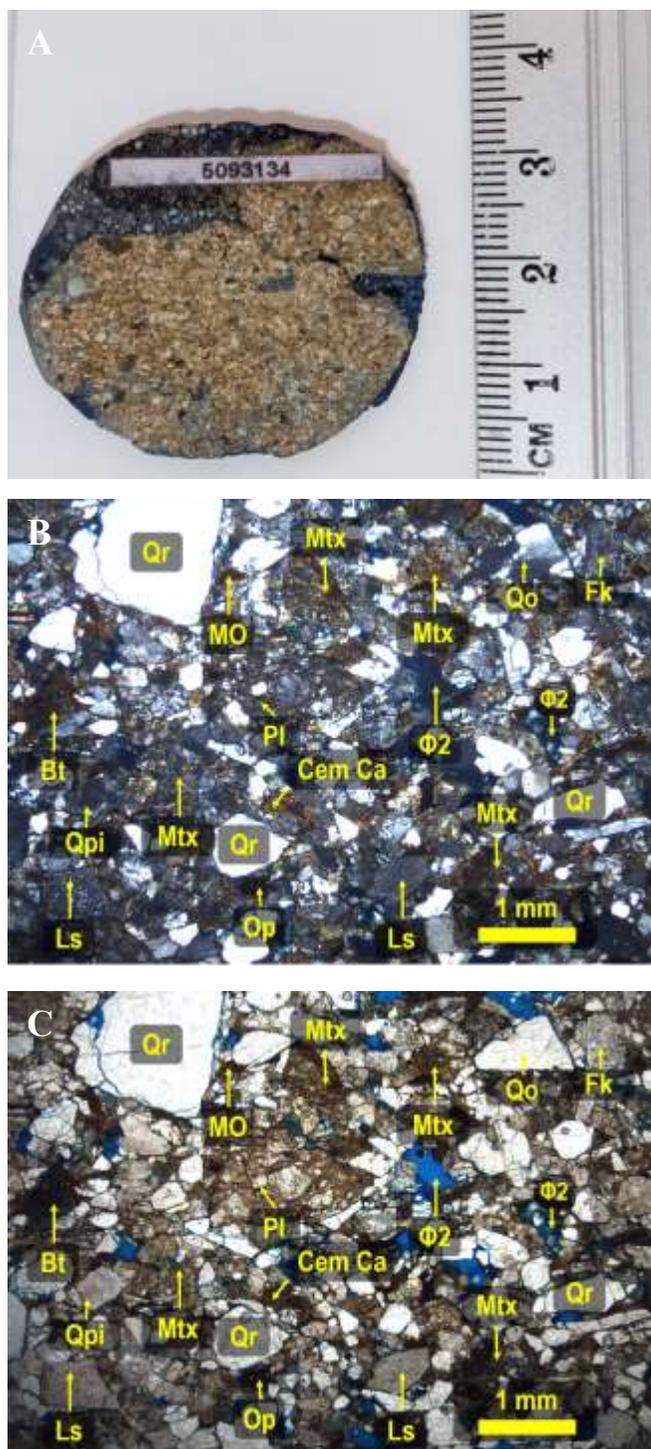


Nota: (A) Arenisca ligeramente conglomerática de tonalidad ocre. (B) Fotomicrografía en aumento 2x en nicoles PPL, donde se observa granos de cuarzo microcristalino con extinción recta, como también la presencia de granos de feldespato potásico (Fk) de tamaño medio, presencia de porosidad primaria y algunas fracturas marcando indicadores de porosidad secundaria. (C) Fotomicrografía en aumento 2X en nicoles XPL, donde se observa los granos de cuarzo microcristalino con extinción recta, granos de feldespato potásico levemente alterados,

Muestra CH0294

Muestra que exhibe homogeneidad en zonas específicas, sin embargo, La mayoría de los granos son fragmentos heterogéneos con tamaños de grano fino donde están embebidos fragmentos de grano muy grueso, mal seleccionados con forma angulares y poca redondez en contactos cóncavo convexos y longitudinales. La muestra presenta una porosidad primaria (3,8%) localizada entre los granos de armazón, espacios no rellenos por fragmentos de granos minerales y una porosidad secundaria (0.9%) asociada a la presencia de fracturas. Composicionalmente la muestra está constituida por granos de cuarzo monocristalino (29,7%) con extinción recta, sub redondeados y con baja esfericidad; Cuarzo policristalino (2,5%) angulares y suboredeados; Feldespato potásico (14,2%) en granos con baja esfericidad y muy angulares, se puede distinguir como ortoclasa de tamaño de grano medio a fino en contacto longitudinal con cuarzos; Plagioclasa (10,1%) exhibiendo un maclado polisintético, en contacto con los cuarzos monocristalinos presentes y levemente fracturadas; Micas (3,8%) principalmente biotitas laminares y muy angulares en contacto con cuarzos de tamaño arena; Minerales arcillosos (17,1%) indiferenciados con texturas moteadas en contacto con los granos de cuarzo y feldespato del armazón con coloraciones parduzcas; Minerales opacos (3,8%) identificados como óxidos y sulfuros de tamaño fino bastante angulosos y poco redondeado; Fragmentos líticos (2,8%) predominantemente sedimentarios, angulares y con pobre esfericidad en contactos longitudinales con algunos granos de cuarzo. La muestra presenta materia orgánica (5,7%) de color grisácea en contacto con granos del armazón de la roca y bastante diseminada. El cemento es de composición ferruginosa de color pardo, poco abundante en la composición total de la roca la cual se encuentra alrededor de los granos del armazón.

Figura 18: Muestra CH0294

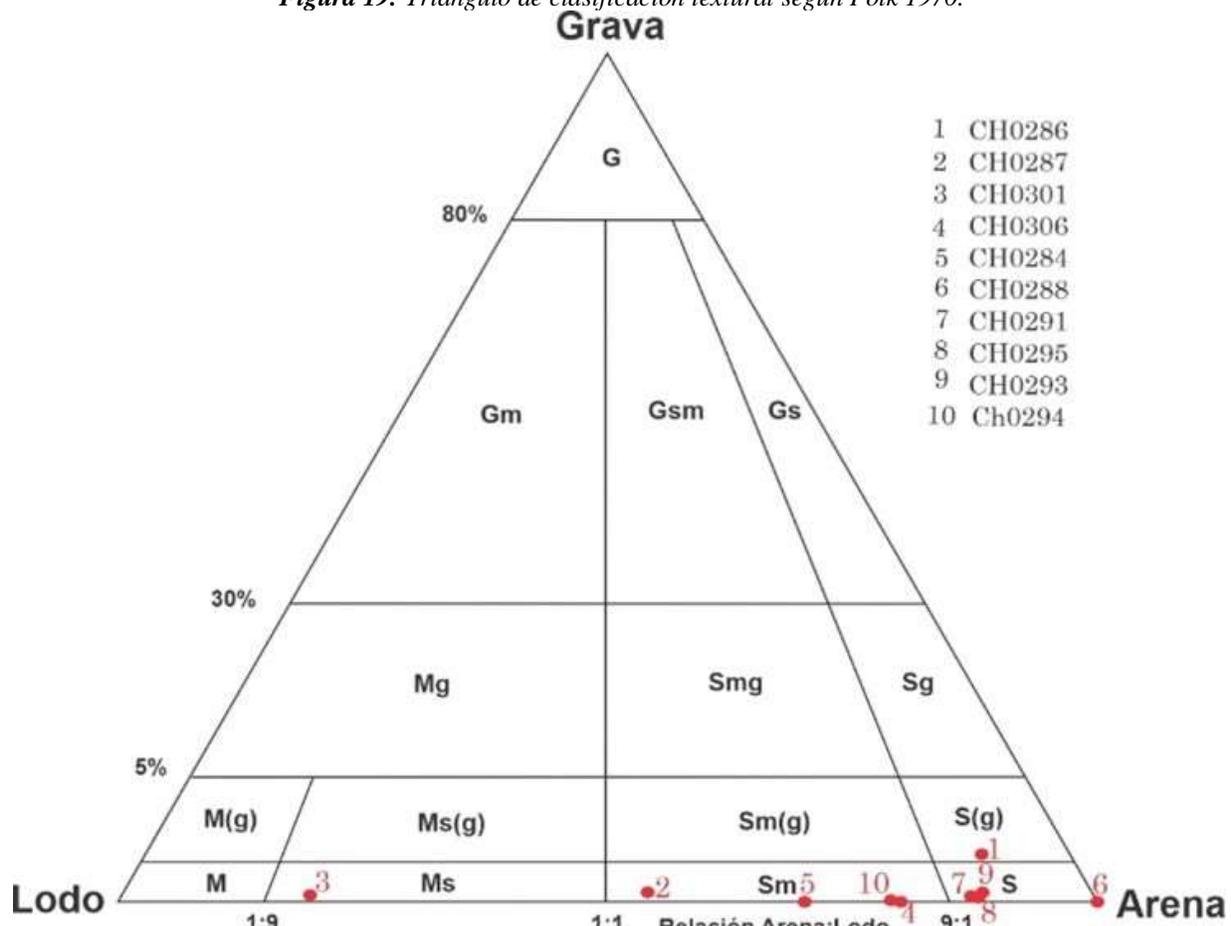


Nota: (A) Arenisca lodosa ligeramente conglomerática con tonalidad amarillenta y coloraciones grisáceas. (B) Fotomicrografía en aumento 2x en nicóles XPL, donde se observan granos tamaño arena gruesa a media de cuarzo (Qo) y feldespato potásico (Fk), presencia de micas como biotita junto con zonas con cemento calcáreo (Cem ca), presencia de minerales arcillosos correspondientes a la matriz con textura moteada (Mtx). (C) Misma porción de la roca en aumento 2X en nicóles PPL.

4.2 Clasificación textural

Del análisis textural de las muestras de roca según los diagramas ternarios de Folk (1970), se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 19: Triangulo de clasificación textural según Folk 1970.

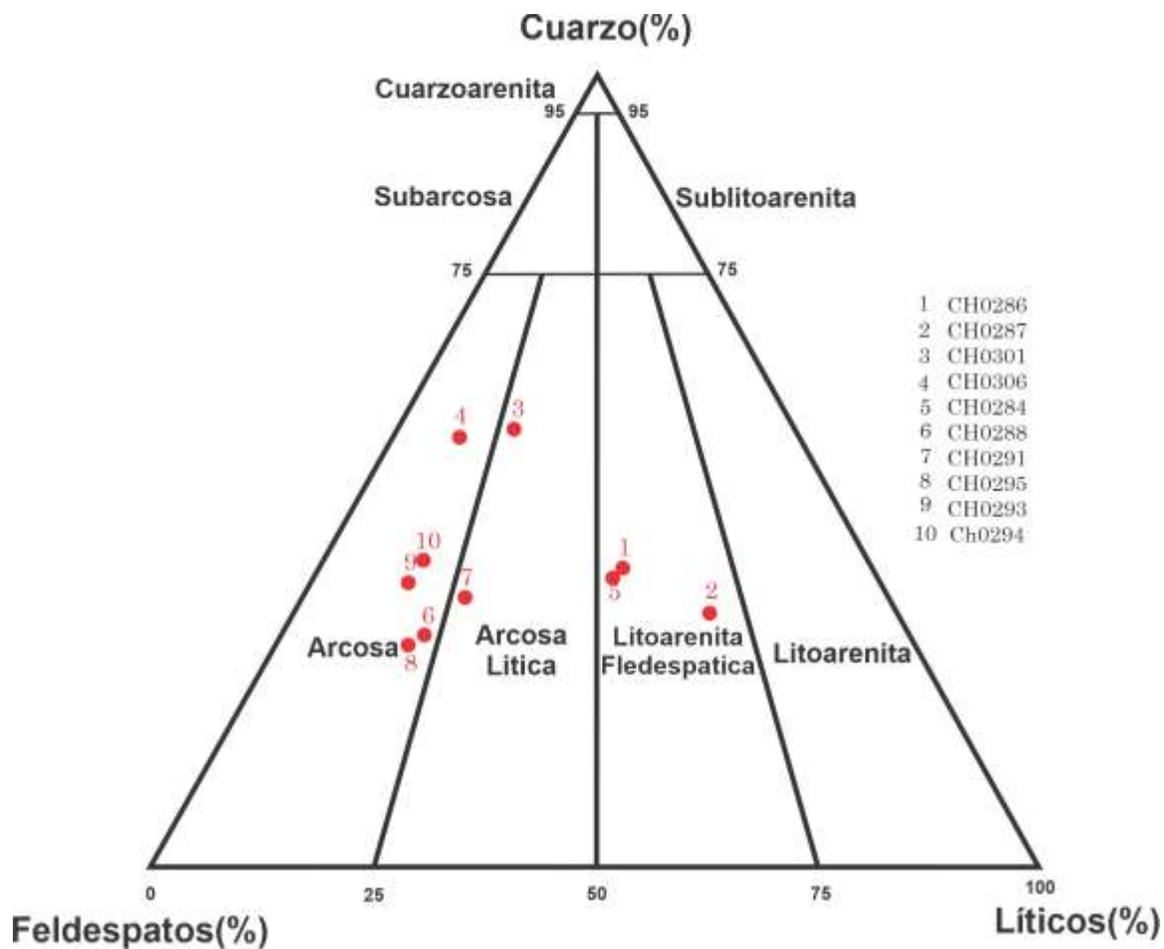


Nota: Las muestras del proyecto están clasificadas y digitalizada. Fuente: Autor.

4.3 Clasificación composicional

Del análisis y clasificación composicional de las muestras de roca según los diagramas ternarios de Folk (1974), se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 20: Triangulo de Clasificación composicional según (Folk, 1974)



Nota: Las muestras del proyecto fueron clasificadas y digitalizada. Fuente: Autor.

5 Conclusiones y recomendaciones

Las muestras caracterizadas presentaron parámetros texturales predominantemente de tamaño fino, siendo 10 de las muestras analizadas areniscas de grano fin a ligeramente conglomeráticas, las texturas observadas en la mayoría de las muestras analizadas presentaron una porosidad moderada que mayoritariamente se debe a los procesos diagenéticos que se produjeron durante la formación de la roca.

Composicionalmente predominan las litologías con alto contenido de cuarzo, feldespatos potásico y plagioclasas, en algunas muestras se pudo observar minerales terrígenos como el Zircón presentando colores de interferencia de tercer orden

El 90% de las muestras analizadas arrojaron resultados muy pobres en cuanto al contenido de materia orgánica y la forma en que se encuentra distribuida en las muestras sugiere que estas rocas no son propensas a generar hidrocarburos.

Las muestras de roca sedimentarias detríticas analizadas indican que estas muestras son representativas y tienen unas características importantes ya que presentan propiedades de una roca almacenadora de hidrocarburos, debido a los procesos diagenéticos que sufrieron durante y posteriormente a su formación.

Se recomienda integrar la caracterización petrográfica realizada en el presente estudio con las pruebas petrofísicas a detalle de los intervalos muestreados de la columna sedimentaria de la zona central de la cuenca del Choco. Esto permitirá definir de manera detallada los litotipos presentes en la columna sedimentaria y las propiedades asociadas a los mismos, y así identificar de manera detallada las zonas que representan interés de roca reservorio.

6 Bibliografía

Adams, A. E., Mackenzie, W. S., & Guilford, C. (1996). Atlas De Rocas Sedimentarias. Manchester: Masson. Obtenido De <https://www.slideshare.net/Alfredopangue/Atlas-De-Rocas-Sedimentarias-Ae-Adamsws-Mackenzie-C-Guilford>

Agencia Nacional De Hidrocarburos. (2007). Estudio Petrografico, Reporte Final Cuenca Atrato-San Juan. Cundinamarca. Bogota: Anh. Obtenido De https://www.anh.gov.co/Documents/2699/Petrograf%C3%8da_Y_Petrof%C3%8dsica_Atrato_-_San_Juan_2007.Pdf

Alonso Zarza, A. M. (2013). La Petrología Sedimentaria: Desde Sorby. Boletín Geológico Y Minero, 97-109. Obtenido De <https://digital.csic.es/bitstream/10261/88424/1/406346.Pdf>

Cediel Et Al., 2. (Enero De 2003). Tectonic Assembly Of The Northern Andean Block. Researchgate. Obtenido De https://www.researchgate.net/publication/284025254_Tectonic_Assembly_Of_The_Northern_Andean_B_Lock

Espinel Arias, V., & Hurtado Henao, J. A. (2010). Petrografía Y Análisis Facial De Las Rocas Calcáreas Aflorantes De La Sección Tunja –Villa De Leiva (Boyacá). Manizales. Obtenido De https://www.anh.gov.co/Documents/3794/Petrografia_Y_Analisis_Facial_De_Las_Rocas_Calcareas_En_La_Seccion_Tunja_Villa_Mo9k7xh.Pdf

Gallegos, J. A. (1995). La Clasificación De Las Rocas Sedimentarias: Sugerencias Para Suaprendizaje. Universidad De Granada. Granada: Universidad De Granada. Obtenido De <file:///C:/Users/Bayron/Downloads/88246-Text%20de%20'article-114661-1-10-20080519.Pdf>

Ingeominas. (1999). Metodología Para La Descripción Y Análisis De Roca Sedimentarias En Sección Delgada. Bogota: Ingeominas. Obtenido De <https://recordcenter.sgc.gov.co/B6/13015000020461/Documento/Pdf/0101204611101000.Pdf>

Ingeominas. (2002). Geología De Las Planchas 202 Pilizá, 203 Istmina, 221 Pizarro Y 222 Sipí Departamento Del Chocó. Ministerio De Minas Y Energía. Medellín: Instituto De Investigación E Información Geocientífica, Minero-Ambiental Y Nuclear. Obtenido De <https://recordcenter.sgc.gov.co/B4/13010010002653/Documento/Pdf/0101026531102000.Pdf>

Jiménez, C. A. (2009). Nuevos Aportes A La Estimación De Hidrocarburos En Colombia. Revista Académica De Ciencia, 17-43. Obtenido De https://www.accefyn.com/revista/vol_33/126/17-29.Pdf

Jiménez, J., & Valilla, N. (2004). Óptica Mineral: Una Herramienta Informática Para El Estudio De Los Minerales En El Microscopio Petrográfico. Enseñanza De Las Ciencias De La Tierra, 57-61. Obtenido De <file:///C:/Users/Bayron/Downloads/88978-Text%20de%20'article-133429-1-10-20080703.Pdf>